

Emma Salminen

# **UNIANALYYSISOVELLUKSET KOHDERYHMÄNÄ CROSSFIT- URHEILIJAT**

Tampereen yliopisto  
Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta  
Pro Gradu -tutkielma  
Elokuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Emma Salminen: Unianalyysisovellukset kohderyhmänä CrossFit-urheilijat  
Pro Gradu -tutkielma  
Tampereen yliopisto  
Human-Technology Interaction  
Elokuu 2020

---

Hyvä unenlaatu edistää fyysistä hyvinvointia, mielenterveydellistä tasapainoa, sekä yleistä elinvoimaisuutta. Tästä huolimatta univaje on yleinen vaiva. Unen tärkeys on hiljalleen kuitenkin tunnistettu, jonka johdosta kaupalliset unianalyysiin keskittyvät teknologiat yleistyvät. Näiden teknologioiden vaikutuksia on tutkittu vasta vähän, eikä terveyskäyttäytymisen vaikuttamaan pyrkivien unisovellusten suunnitteluun ole olemassa yleisesti hyväksytyjä standardeja.

Tässä pro gradu -tutkielmassa perehdyttiin kirjallisuuskatsauksen keinoin uneen, sen aikaisiin muutoksiin, sekä siihen miten unta on mahdollista mitata ja analysoida. Lisäksi perehdyttiin vaikuttavan suunnittelun keinoihin, sekä aikaisemmin tuotettuihin suunnitteluperiaatteisiin. Unen ja urheilusuorituksesta palautumisen yhteyttä tutkittiin CrossFit-urheilijan näkökulmasta sosiaalisen median kautta toteutetulla kyselyllä. Tutkielma tuotti ohjenuoria unesta viestimiseen CrossFit-kontekstissa.

Tutkimuksessa havaittiin, että ihmisen biosignaaleja mittaavat kaupalliset unianalyysisovellukset käyttävät eri menetelmää, kuin unipolygrfiatutkimus, johon univaiheiden määritelmä perustuu. Tämä tekee sovellusten unianalyysistä ongelmallista. Validointitutkimuksia on tehty vain muutamia. Unta tutkivien sovellusten suunnitteluun ei ole kehitetty ohjenuoria tai standardeja, eikä niiden vaikuttavuutta ole perusteellisesti tutkittu. Aiheesta tarvitaan lisää käyttäjätutkimuksia, sillä huonosti suunnitelluilla sovelluksilla voi olla negatiivisia terveysvaikutuksia.

Avainsanat: Uni, unianalyysisovellukset, heuristiikat, vaikuttava suunnittelu, CrossFit

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla

# Sisällysluettelo

<b>1. Johdanto.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Uni .....</b>	<b>4</b>
2.1. Unen määritelmä .....	5
2.2. Muutokset aivoissa unen aikana .....	6
2.3. Valve .....	7
2.4. Univaiheiden luokitus.....	8
2.4.1. Perusuni (N1-N3) .....	9
2.4.2. Vilkeuni (REM) .....	10
2.5. Yhteenveto .....	11
<b>3. Unen mittarit .....</b>	<b>12</b>
3.1. Autonominen hermosto .....	13
3.2. Sykevälivaihtelu (HRV) .....	14
3.2.1. Sykevälivaihtelu ja uni .....	15
3.2.2. Sykevälivaihtelun merkitys .....	16
3.3. Leposyke (RHR).....	16
3.4. Hengitystiheys .....	17
3.5. Lämmönsäätely.....	18
3.6. Yhteenveto.....	18
<b>4. Uni ja urheilusuorituksesta palautuminen .....</b>	<b>20</b>
4.1. CrossFit-harjoittelu.....	21
4.2. Urheilusuorituksesta palautuminen .....	22
4.2.1. Uni palautumisen menetelmänä .....	23
4.3. Yhteenveto.....	24
<b>5. Kaupalliset unianalyysisovellukset.....</b>	<b>25</b>
5.1. Käytettävyys .....	26
5.2. Käyttäjäkokemus .....	27
5.2.1. Heuristiikat käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen arviointimenetelmänä ..	28
5.3. Puettava teknologia CrossFit -urheilussa .....	30
5.3.1. ÖURA.....	31

5.3.2. WHOOP.....	34
5.4. Yhteenveto.....	35
<b>6. Vaikuttava suunnittelu .....</b>	<b>37</b>
6.1. Itseohjautuvuusteoria (SDT) .....	37
6.1.1. Sisäinen ja ulkoinen motivaatio.....	38
6.1.2. Vapaaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteisöllisyys.....	39
6.1.3. Terveyskäyttäytymisen tukeminen itseohjautuvuusteorian näkökulmasta.....	40
6.2. Persuasive Systems Design -malli (PSD).....	41
6.2.1. Suostuttelevien ominaisuuksien suunnittelu.....	42
6.3. Yhteenveto.....	47
<b>7. Ohjenuoria unesta viestimiseen.....</b>	<b>48</b>
7.1. Pohjustus.....	48
7.1.1. Tiedonkeruu sosiaalisen median keskustelun avulla .....	49
7.1.2. Suunnitteluprosessi.....	50
7.2. Unesta viestiminen CrossFit-kontekstissa .....	53
7.3. Yhteenveto.....	54
<b>8. Yhteenveto .....</b>	<b>56</b>
Lähteet .....	58
Liitteet .....	64

## 1. Johdanto

Nukumme keskimäärin kolmanneksen elämästämme. Hyvä unenlaatu on fyysisen hyvinvoinnin, mielenterveyden, sekä yleisen elinvoimaisuuden ennustaja [Ohayon et al., 2017]. Tästä huolimatta univaje on kuitenkin tyypillinen modernin yhteiskuntamme vaiva; palveluita on tarjolla keskeytyksettä 24 tuntia vuorokaudessa, eikä uni saa yhteiskunnassamme ansaitsemaansa arvostusta. Epidemiologiset tutkimukset ovat osoittaneet, että lyhyillä unilla on yhteys sydän- ja verisuonisairauksien, kuten sepelvaltimotaudin, verenpainetaudin, rytmihäiriöiden, diabeteksen ja liikalihavuuden esiintyvyyteen. Siksi unihäiriöiden ehkäisy ja niihin puuttuminen on yhteiskuntamme toimintakyvynkin kannalta merkityksellistä. [Tobaldini et al., 2017]

Suuri osa ihmiskehon biologisista toiminnoista muuttuu unen aikana. Tällaisia muutoksia on havaittu muun muassa aivosähkökäyrässä, lihasjänteudessa, silmien liikkeessä, hengitystiheydessä, sykkeessä, valtimoverenpaineessa, kehon lämpötilassa, hormonaalisessa erityksessä ja immuunitoiminnoissa. Kardiovaskulaarisella sääntelyllä, eli sydän- ja verisuonielimistön toiminnan sääntelyllä, on uneen tutkitusti myös yhteys [Tobaldini et al., 2017]. Autonomisella hermostojärjestelmällä on tässä yhteydessä keskeinen rooli; perusunen aikana syke ja valtimoverenpaine laskevat, kun taas vilkeun aikana tapahtuu huomattavia nousuja [Trinder et al., 2001].

Unihäiriöiden vaikutuksia koettuun väsymykseen on tutkittu vielä suhteellisen vähän. Minkelin ja muiden [2014] toteuttamassa laboratoriotutkimuksessa unen vaikutuksia arvioitiin reaktioaikatestin ja kyselylomakkeen avulla, sekä tutkimalla osallistujien stressitilaa ja adrenaliinitasoa syljestä. Unihäiriöistä kärsivät osallistujat raportoivat huomattavasti enemmän väsymystä ja alhaisempaa vireystasoa. Keskimääräiset reaktioajat olivat myös merkittävästi hitaampia ja keskittyminen vaikeampaa unihäiriöistä kärsivillä osallistujilla. [Minkel et al. 2014]

Suosittelusten mukaan aikuisen ihmisen olisi hyvä saada unta keskimäärin 7-9 tuntia yössä, mutta unen tarve on yksilöllistä. Lepo ja toipuminen korostuvat aktiivisesti liikuntaa harrastavalla henkilöllä. Urheilulääketieteeseen erikoistuneen lääkäri Pippa Laukan mukaan [2016] nukkuminen, lepo ja uni ovat urheilulääkärin tärkeimpiä työkaluja. Laukan mukaan usein erehdytään ajattelemaan, että vain kovaa treenaava tarvitsee paljon lepoa, vaikka yhtäläillä työssäkäyvä aktiivinen liikkuja on levon ja palautumisen tarpeessa.

Unen tärkeys on hiljalleen tunnistettu ja kaupalliset unen tarkkailuun ja jopa unen laadun parantamiseen kehitetyt teknologiat (unianalyysisovellukset) yleistyvät nopeasti. Näitä teknologioita ei juurikaan ole validoitu [Khosla et al., 2018]. Unen laadun mittaamiseen ei myöskään ole olemassa yhteneväisiä standardeja, josta johtuen kaupallisten laitteiden valmistajilla on vapaat kädet laadun mittareiden määrittelyssä. Huoles-

tuttavaa on myös, ettei laitteiden vaikutuksista ja vaikuttavuudesta juurikaan löydy tutkimuksia.

Luottamus omiin kykyihin ja motivaatio tekemiseen ovat keskeisiä tekijöitä käyttäjän sitouttamisessa terveyttä edistävään toimintaan [Asimakopoulous et al., 2017]. Kaiken kaikkiaan motivaatioteorioita on olemassa lukuisia. Niin kutsuttu itseohjautuvuusteoria on yksi suosituimpia ja käytetyimpiä teorioita ihmisen käyttäytymisestä ja persoonallisuuden kehityksestä. Ymmärtämällä motivoinnin teoriaa yksityiskohtaisemalla tasolla, on mahdollista ymmärtää paremmin kohderyhmän tavoitteita ja tarpeita, sekä ennen kaikkea suunnittelupäätösten vaikutuksia loppukäyttäjiin. Ihmisen psykologiset perustarpeet sisäistämällä (vapaaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteisöllisyys) voimme myös ymmärtää syvällisemmin käyttökontekstin vaikutuksen motivaatioon.

Vaikuttavan suunnittelun periaatteet, kuten itseohjautuvuusteorian pohjalta johdettu Persuasive Systems Design model (PSD) [Fogg, 2003], tarjoavat konkreettisia keinoja motivaation kohottamiseksi teknologian avulla. Teknologian käyttö mahdollistaa käyttäjän psykologisten perustarpeiden tukemisen hänen itse asettamiensa tavoitteiden saavuttamiseksi. Siinä missä itseohjautuvuusteoria antaa syvällisemmän ymmärryksen motivaatiosta, vaikuttavan suunnittelun malli antaa meille konkreettiset periaatteet sovelluksen vaatimusmäärittelyvaiheeseen, sekä myöhemmin järjestelmän vaikuttavuuden arvioinnin tueksi.

Unen tarkkailusta koostettava palaute tulee suunnitella perusteellisesti ja harkiten. Suunnittelulla voidaan pyrkiä vaikuttamaan käyttäjän toimintaan, mutta unen arkaluontoisuuden ja kokonaisvaltaisten terveysvaikutusten vuoksi on suunnittelussa erityisen tärkeää huomioida myös vaikuttamaan pyrkimisen mahdolliset negatiiviset vaikutukset. Sillä millaista palautetta käyttäjä unestaan saa, voi olla suurikin vaikutus käyttäjän terveyteen. Ulkoisen motivaation ottaessa vallan, uniseurannasta tulee käyttäjälle kuluttavaa.

Unta analysoivia, kaupallisille markkinoille suunniteltuja sovelluksia on validoitu unipolygrafiaan verraten vasta vähän, joten näiden laitteiden tuloksia on pidettävä suuntaa-antavana.

Tämä tutkielma kartoittaa kirjallisuuskatsauksen keinoin unen tarkkailun merkitystä ja keinoja ensin yleisesti ja sitten CrossFit-urheilijan näkökulmaan syventäen. Tässä tutkielmassa käsitellään vain normaalia, aikuisen ihmisen fysiologista unta, poislukien lapset, sekä patologiset alentuneen tajunnan tilat, kuten esimerkiksi kooma. Tutkielman tarkoituksena on tuottaa ohjenuorat sille, millaista palautetta unesta kannattaisi CrossFit-kontekstissa antaa. Ohjenuorien kartoituksessa sivutaan vaikuttavan suunnittelun keinoja ja tarkastellaan, ovatko nämä vaikutuskeinot soveltuvia unen tarkkailuun kaupallisissa sovelluksissa.

Tutkielman rakenne on seuraava: luvussa kaksi käsitellään unta, unen vaikutuksia aivoihin, sekä unen eri vaiheita. Tämä pohjustus aiheeseen on tärkeää, jotta syntyy ymmärrys siitä, mitä unesta tiedetään. Luvussa kolme syvennyttään tarkemmin unen aikai-

siin fysiologisiin muutoksiin ja siihen, mitä mittareita unianalyysiä varten on mahdollista hyödyntää. Neljännessä luvussa luodaan katsaus unen ja urheilusta palautumisen syy-yhteyteen CrossFit-urheilun näkökulmasta. Viides luku käsittelee unta mittaavia, kaupallisia teknologioita, sekä erityisesti näiden käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen merkitystä. Lisäksi luvussa esitellään kaksi unta analysoivaa teknologiaa; Oura sekä WHOOP. Luvussa kuusi perehdytään vaikuttavan suunnittelun keinoihin ja näiden keinojen soveltuvuuteen unianalyysisovelluksissa. Seitsemännessä luvussa esitellään kirjallisuuskatsauksen ja sosiaalisen median keskustelun pohjalta johdetut ohjenuorat unesta viestimiseen, sekä näiden suunnitteluprosessi. Luku kahdeksan sisältää yhteenvedon koko tutkielmasta.

## 2. Uni

Tässä luvussa perehdytään unen määritelmään, univaiheisiin ja unen tarkoitukseen.

Unta on tutkittu paljon, mutta silti ei ole saatu täysin selvyyttä siihen, miksi oikeastaan tarvitsemme unta. Erään oletuksen mukaan aivot järjestävät, vertaavat ja varastoivat informaatiota unen aikana [Nienstedt et al., 2004]. Toisen teorian mukaan nukumme säästääksemme energiaa [Jung et al., 2011]. On myös esitetty, että uni on muuttuneen ja vähentyneen tietoisuuden tila, jonka aikana keho ja mieli palautuvat päivän toiminnoista [Carskadon & Dement, 2000]. Uni voidaan myös nähdä peilinä, jota vasten voimme tarkastella valveen aikaista elämäämme, esimerkiksi stressiä ja pelkoja [Härmä & Sallinen, 2004].

Vaikka unen tarkoituksesta on monia erilaisia teorioita, ovat tutkimukset kuitenkin yhtä mieltä siitä, että unen tarkoituksen on oltava tärkeä. On vaikea sanoa kattavasti mitä uni on, mutta selvää on, että uni ei ole valveesta irrallaan oleva saareke, vaan se on aktiivinen tapahtuma. Unen avulla ihminen palautuu valveen aiheuttamista rasituksista. Vaikutukset ovat kaksisuuntaisia; sillä mitä teemme valveen aikana on merkittävä vaikutus uneemme ja toisin päin. [Härmä & Sallinen, 2004]

Riittävä unensaanti voi auttaa suojelemaan mielenterveyttämme, fyysistä terveyttämme ja elämänlaatuamme, kun taas univaje voi vaikuttaa näihin negatiivisesti. Unen seulonta ja analyysi ovat merkittävä työkalu uniin liittyvien häiriöiden, kuten uniapnean, skitsofrenian, masennuksen, unettomuuden, narkolepsian tai muiden hermoihin liittyvien poikkeamien hoidossa. [Pejman & Faradji, 2018]

Ihmiskeho koostuu monista erilaisista toisiinsa vuorovaikutuksessa olevista systeemeistä. Aivot eivät voi toimia ilman verenkiertoelimistöä ja verenkierto on mahdollista vain, kun energia-aineenvaihdunta toimii [Ernst, 2017]. Vireään mielentilaan liittyä paitsi aivojen neuronien tietynlainen toiminta, myös suurentunut lihasjänteys. Tämä puolestaan vaatii sydämen minuuttitilavuuden, eli yhden sydämen puoliskon kautta minuutissa kulkevan verimäärän suurenemisen ja aiheuttaa siten energiankulutuksen lisääntymisen. [Nienstedt et al., 2004]

Ihminen ei ole jatkuvasti yhtä aktiivinen. Unen ja valvetilan vaihtelua säätelee osaltaan aivoverkosto. Syvään uneen nukahtanut ei reagoi puhutteluun ehkä ollenkaan, tai vasta pitkän ajan kuluttua, kevyesti torkkuva reagoi paljon nopeammin. Koe-eläimillä toteutetuissa tutkimuksissa on havaittu, että mikäli aivoverkoston ja isoaivojen väliset yhteydet katkaistaan, eläin on jatkuvassa syvän unen kaltaisessa horroksessa, vaikka aistiradat olisivatkin muuten kunnossa. Aivoverkostoa sähköisesti stimuloimalla voidaan siis nukkuva, tai kevyesti nukutettunakin oleva koe-eläin saada heräämään [Nienstedt et al., 2004]

Aivosähkötoiminnan lisäksi ainakin lihasjänteysessä, silmän liikkeissä, sydämen sykkeessä, ruumiinlämmössä ja hormonierityksessä tapahtuu muutoksia unen aikana. Oikeastaan jopa suurin osa ihmiskehon biologisista toiminnoista muuttuu nukkues-



samme; muutoksia on havaittu myös sykkeessä (HR), valtimoverenpaineessa (ABP), kehon lämpötilassa, hormonaalisessa erityksessä ja immuunitoiminnoissa. Kardiovaskulaarisella sääntelyllä, eli sydän- ja verisuonielimistön toiminnan sääntelyllä, on uneen tutkitusti myös yhteys [Tobaldini et al., 2017]. Tässä yhteydessä autonomisella hermostojärjestelmällä (ANS) on keskeinen rooli. Perusunen aikana syke ja valtimoverenpaine laskevat, kun taas vilkeunen aikana tapahtuu huomattavia nousuja [Trinder et al., 2001].

Jotta olisi mahdollista ymmärtää, miten unta voidaan mitata, tulee ensin perehtyä unen määritelmään ja unen aiheuttamiin muutoksiin kehossamme. Seuraavat luvut 2.1.-2.4. käsittelevät unen määritelmää ja unen eri vaiheita.

## **2.1. Unen määritelmä**

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että uni ei ole ainoastaan havainnointikyvyn poissaoloa tai aistitoimintojen keskeytymistä. Uni on tulos siitä, kun aivoja kohti liikkuvat ärsykkeet passivoituvat tiettyjen aivoalueiden toiminnan samalla aktivoituessa [Chokroverty & Bhat, 2017]. Unesta ei näytä olevan täysin yhteneväistä määritelmää, mutta on muun muassa esitetty, että uni olisi muuttuneen ja vähentyneen tietoisuuden tila, jossa keho ja mieli palautuvat päivän toiminnoista [Carskadon & Dement, 2000]. Voisi olettaa, että esimerkiksi kehon asento olisi osa määritelmää, mutta kuten tiedämme, on väsyneenä nukahtaminen mahdollista istuen tai jopa seisten. Voitaisiin myös olettaa palautumisen olevan osa unen määritelmää, mutta on myös tilanteita, joissa unesta puuttuu palautuminen. Fysiologiset muutokset eivät siis yleensä ole osa unen määritelmää, mutta niitä käytetään kyllä unen kuvaamiseen [Åkerstedt et al., 2009].

Nukkuminen on todistettusti välttämätöntä, mutta kuten sanottua on sen täsmällinen tarkoitus lukuisista tehdyistä tutkimuksista huolimatta on yhä hyvin epäselvä. Uni vaikuttaa ainakin synnyttävän anabolisen, eli rakentavan tilan kehoomme; anabolisten hormonien, kuten esimerkiksi kasvuhormonin ja testosteronin erittyminen lisääntyy, katabolisten, eli hajottavien hormonien (kuten kortisoli) erittymisen vähetessä [Chokroverty & Bhat, 2017].

Uni saattaa myös olla energiansäästöprosessi; perusunen, eli nonREM-unen (NREM) aikana aineenvaihdunta aivoissa hidastuu, kun taas REM-, eli vilkeunen aikana aineenvaihdunta on samankaltaista kuin hereillä ollessamme. Unen aikana aineenvaihdunta yleisesti ottaen on kuitenkin hitaampaa kuin valveessa. Nukkuessamme esimerkiksi elimistön lämmöntuotto muuttuu; kehon lämpötilan alenee. Tämä yhdessä liikkumattomuuden kanssa säästää energiaa. [Chokroverty & Bhat, 2017]

Yleisesti unta pidetään välttämättömänä optimaaliselle kognitiiviselle toiminnalle. Karni ja muut osoittivat tutkimuksessaan 1994, että muisti vahvistuu aikuisen aivoissa

normaalin unen aikana ja että tämä prosessi on kriittisesti riippuvainen vilkeunen eheydestä. Asiamuisti, eli yksittäisten asioiden, kuten sanojen ja kuvien muistaminen, puolestaan hyöttyy syvästä unesta [Sara, 2017].

## **2.2. Muutokset aivoissa unen aikana**

”Unen vaikutuksia ymmärtääksemme, tulee meidän ensin perehtyä unen aikaan aivo-toimintaamme” - Sejnowski & Destexhe, 2000.

Talamus on aivojen viestikeskus. Talamuksen tumakkeiden hermosolut toimivat muun muassa useimpien keskushermoston aistiratojen välitasemina [Duodecim Terveyskirjasto, 2020]. Talamus on siis tärkeä tiedokulun portti aivokuoren suuntaan ja on ensimmäinen asema, jolla unen aikana saapuvat signaalit voidaan muuntaa. Tämä muunnos kääntää aivot valppaasta, signaaleille avoimesta tilasta suljettuun unen tilaan. [Sejnowski & Destexhe, 2000]

Aivosähkökäyrätutkimuksella (elektroenkefalografia, EEG) voidaan mitata aivojen sähköistä toimintaa. Niin sanotussa hiljaisessa valveillaolon vaiheessa, silmien ollessa suljettuna, EEG-tutkimusta hallitsevat korkeataajuiset, matalajännitteiset alfa-aallot taajuudeltaan 8 - 12 hertsiä. Uneen alkaessa rytmi hidastuu ja sille on ominaista 3,5–7,5 hertsin theta-aallot. Tätä vaihetta kutsutaan kevyen unen vaiheeksi, N1. Alfa-aallot säilyvät theta-aaltojen rinnalla hetken, mutta katoavat unen syvetessä. Seuraavassa vaiheessa N2 alfa-aallot häviävät kokonaan ja theta-aallot ottavat vallan. [Tobaldini et al., 2012]

N2-vaiheeseen liittyy myös kaksi muuta ominaispiirrettä; k-kompleksit ja unisukkulat. Unisukkulat näkyvät aivosähkökäyrällä nopeina, taajuudeltaan 11-16 hertsin ja kestoltaan 0,5-1,5 sekunnin purskeina [Berry & Wagner, 2015; Tobaldini et al., 2012]. Nämä rytmiset pyrähdykset liittyvät talamuksen ja aivokuoren väliseen viestintään ja ovat tärkeitä, sillä ne osallistuvat muun muassa unen ylläpitämiseen sekä muistijälkien vahvistamiseen unen aikana [STT, 2017]. K-kompleksit puolestaan ovat aaltoja, jotka alkavat ja päättyvät negatiiviseen korkeajännitteiseen piikkiin [Tobaldini et al., 2012]. Unisukkulat estävät aivoissa samaan aikaan syntyviä k-komplekseja herättämästä nukkuvaa [Pejman & Faradji, 2018].

Unen syvetessä hidasaaltoiseen syvän unen vaiheeseen N3, 0,5-3 hertsin delta-aallot ilmestyvät. Tässä vaiheessa lihasjänteys on pieni eivätkä silmät juurikaan liiku luomen alla. [Tobaldini et al., 2012]

Vilkeunta puolestaan määrittää matalajännitteinen, korkeataajuuksinen ja epäsymmetrinen aktiivisuus, seuranaan täydellinen lihasten velttous ja nopeat silmänliikkeet (REMit) [Tobaldini et al., 2012].

Aivosähkökäyräaaltojen, delta-, teeta-, alfa-, sigma-, beeta- ja gamma, avulla on siis mahdollista tunnistaa eri univaiheet. Tunnistus tehdään perinteisesti laajassa, lääketie-

teellisessä unipolygrafiatutkimuksessa. Taulukossa 1 on kuvattuna aivosähkökäyrän aaltotaajuuudet [Pejman & Faradji, 2018]. Univaiheet käsitellään tarkemmin luvussa 2.4.

Rytmi	Taajuus [Hz]
Delta	0-4
Theta	4-8
Alpha	8-12
Sigma	12-15
Beta1	15-22
Beta 2	22-30
Gamma 1	30-40
Gamma 2	40-49.5

Taulukko 1: Aivosähkökäyrän rytmit. [Pejman & Faradji, 2018]

Uni ei suinkaan ole homogeeninen tila, vaan siihen kuuluvat myös spontaanit fysiologiset poikkeamat aivosähkökäyrässä. Tämä ilmiö tunnetaan nimellä CAP eli Cyclic Alternating Pattern [Tobaldini et al., 2012], ja se on merkki heräämiseen liittyvästä unen aikaisesta epätasapainosta. CAP:lla tarkoitetaan aivosähkötoiminnassa havaittavaa toistuvaa rytmistä tapahtumasarjaa, joka kestää keskimäärin 60 sekuntia. CAP-astetta voi verrata koettuun unen laatuun; mitä enemmän poikkeamia aivosähkökäyrässä, sitä huonommaksi unen laatu koetaan. [Terzano et al. 2000]

### 2.3. Valve

Ihmistä ohjaavat vuorokausirytmät, jotka säätelevät toiminnan ja levon vaihtelua. 24 tunnin uni-valverytmi muodostaa kokonaisuuden, jossa vireys vaihtelee eri valveilla olon ja unen tasoilla. [Härmä & Sallinen, 2004]

Valveilla, silmien kiinni ollessa, aivosähkökäyrässä vallitsee taajuudeltaan 8-12 hertsin alfa-aallot. Tällaista aivosähkötoimintaa esiintyy hyvin nukkuvalla alle 5 prosenttia nukkumisajasta [Partinen & Huutoniemi, 2018].

Raja unen ja valpeen välillä on hyvin häilyvä. Parhaimmat unitutkijatkaan eivät ole osanneet yksiselitteisesti määrittää sitä, missä unen ja valpeen raja menee, vaan puhuvat siirtymästä näiden kahden tilan välillä. Vireystilan vaihtelut ilmenevät erityisesti

keskus- ja autonomisen hermoston, sekä lihaksiston toiminnoissa. [Härmä & Sallinen, 2004]

Ulkoinen ärsyke aiheuttaa usein ihmiskehon ja -mielen valpastumisen; sympaattinen hermosto, joka on osa autonomista hermostoa, aktivoituu ja toimintavalmius lisääntyy. Aivoverkosto säätelee tätä vireystilaa. Aivoverkosto on hermoratojen ja yksittäisten ja pienissä ryhmissä olevien hermosolujen muodostama kokonaisuus, joka ulottuu läpi aivorungon väliaivoista ydinjatkeeseen. Samalla alueella on runsaasti muitakin toimintoja palvelevia hermosyitä ja neuroneja. Niin kauan kuin aivoverkosto stimuloi vilkkaasti isoaivoja, pysyy ihminen hereillä. [Nienstedt et al., 2004]

Aivoverkosto aktivoituu kuitenkin usein vain juuri sen verran kuin on tarpeen. Unen aikana on mahdollista heräämättä kääntyillä kudosten verenkierron vaatimusten mukaan. Nukkuja herää, jos tilanne vaatii mutkikkaampaa tietoista pohdiskelua tai liikesarjoja. [Nienstedt et al., 2004]

Valveenkin aikana on havaittavissa unelle ominaisen kaltainen noin 90 minuutin sykli, jota kutsutaan BRAC-rytmiksi (Basic Rest-Activity Cycle) [Partinen & Huutoniemi, 2018]. Tämä kuvaa hyvin uneen ja valveen muodostamaa jatkumoa [Härmä & Sallinen, 2004].

## **2.4. Univaiheiden luokitus**

Univaiheiden luokittelu on kriittinen vaihe tehokkaassa diagnosoinnissa ja unihäiriöiden hoidossa [Pejman & Faradji, 2018]. Ihmisen uni on kaavamaisista; Timo Partosen mukaan [2017] nukahtamisen jälkeen jokainen terve aikuinen nukkuu saman kaavan mukaan, jossa unen eri vaiheet toistuvat tietyssä järjestyksessä. Unta on fysiologisesti kuvattu yhdistämällä aivosähkökäyrän (EEG), silmien liikkeen mittauksen (EOG) ja lihasjännityksen mittauksen (EMG) kuvaajia [Åkerstedt et al., 2009]. Nämä kolme mittalaitetta ovat myös Partosen [2017] mukaan ainoa tapa erottaa unen eri vaiheet toisistaan, sillä univaiheiden luokitus perustuu täysin näihin mittauksiin.

EEG mittaa sähkötoimintaa aivokuorelta, EMG lihasjännitystä leuasta ja sääristä, sekä EOG silmän liikkeitä silmäkulmasta. Tulokseksi saatavasta graafista on mahdollista tunnistaa erot eri univaiheiden välillä [Åkerstedt et al., 2009; Partonen, 2017]. Tätä mittausten yhdistelmää kutsutaan *unipolygrafiaksi*. Markku Partisen mukaan [2018] univaiheiden toteamiseen ja univaiheluokituksen laatimiseen tarvitaan tämä koko yön kestävä unipolygrafia. Tämä on mielenkiintoista, sillä useat kaupalliset teknologiat antavat käyttäjilleen palautetta juuri unen eri vaiheista.

Univaiheiden luokitus perustuu Rechtschaffenin ja Kalesin [1968] standardeihin. Tässä luokituksessa univaiheita oli viisi; perusunen (NREM) vaiheet S1-S4 sekä vilkeuni (REM). Aivojen aktiivisuus vaihtelee kuitenkin unen aikana lähes sekunnista toiseen, joten Rechtschaffenin ja Kalesin järjestelmän rinnalle on kehitetty uusia luokit-

telumenetelmiä [Härmä & Sallinen, 2016]. Nykyisin univaiheet jaetaan ainoastaan neljään vaiheeseen: kolmeen NREM unen vaiheeseen: N1-N3 ja R-uneen eli vilkeuneen. Tämä perustuu American Academy of Sleep Medicine luokitukseen unen vaiheista. [Partinen & Huutoniemi, 2018]

Unen vaiheista puhuttaessa puhutaan neljästä tunnistetusta vaiheesta huolimatta monesti vain perusunesta ja vilkeunesta [Chokroverty & Bhat, 2017]. Suurin osa unestamme on perusunta, jota voidaan kutsua myös ortouneksi. Perusunen kanssa vuorottelee vilkeuni, joka puolestaan tunnetaan myös nimellä REM-, eli parauni. Parauni-nimitys johtaa vilkeunen paradoksisuudesta; se on säännöistä poikkeavaa. Tällöin aivo-toiminnot ja elimistön muut toiminnot ovat ristiriidassa keskenään. [Nienstedt et al., 2004]

Perus- ja vilkeunen vuorottelusta aiheutuvia syklejä ilmenee noin 4-6 kappaletta terveen aikuisen unen aikana, kukin kestoltaan keskimäärin 90-110 minuuttia. Kahta ensimmäistä sykliä hallitsee syvä uni, myöhemmät kierrot puolestaan sisältävät vain vähän tai eivät ollenkaan syvää unta. Vilkeunta esiintyy vain vähän unen alkaessa, mutta se lisääntyy unen jatkuessa jokaisen uuden REM-jakson ollessa pidempi kuin edeltäjänsä. Normaalissa aikuisen ihmisen unessa ensimmäistä kolmannesta hallitsee hidasaaltoinen, eli syvä uni (N3) ja viimeistä kolmannesta vilkeuni. [Chokroverty & Bhat, 2017]

#### **2.4.1. Perusuni (N1-N3)**

Ihmisen unesta siis suurin osa on perusunta (N1-N3) — keskimäärin 75-80 prosenttia. Yleisesti N1 ja N2 vaiheiden unta kutsutaan ”kevyeksi uneksi”, kun puolestaan N3-vaiheen uni on ”syvää unta”, jota kutsutaan myös hidasaaltoiseksi uneksi (Slow-Wave-Sleep, SWS). Vaiheen N1 uni kattaa keskimäärin 3-8 prosenttia uniajasta, N2 45-55 prosenttia ja N3, eli syvä uni 15-23 prosenttia. [Chokroverty & Bhat, 2017]

N1-uni vastaa kevyttä torkeuntaa. Aivósähkökäyrän alfa-aallot muuttuvat 3-7 hertsin theta-aalloiksi ja lihasten jännevyys laskee. Silmien liikekanavilla todetaan hitaita aaltoilevia silmänliikkeitä. Tässä unen vaiheessa ihminen voi kuulla ympäristönsä ääniä, eikä välttämättä koe nukkuvansa vielä ollenkaan. Ihminen on syvässä meditatiivisessa tilassa ja herätettäessä tästä vaiheesta ihminen ei välttämättä kokenut nukkuvansa ollenkaan. Aivojen suorituskyky on kuitenkin jo ollut huomattavasti heikentynyt. Aikuisen yön unesta keskimäärin viisi prosenttia on torketta. [Härmä & Sallinen, 2004; Partinen & Huutoniemi, 2018; Pejman & Faradji, 2018]

Torkkeesta uni syvenee N2-uneen, joka vastaa kevyttä tai keskisyvää unta. Tyypillistä tälle unen vaiheelle ovat 1-2 sekunnin mittaiset, taajuudeltaan 12-14 hertsin unisukkulat. Unisukkulat ovat sukkulan muotoisia hetkellisiä rytmin muutoksia aivosähkötoiminnassa. Unisukkulat estävät aivoissa samaan aikaan syntyviä k-komp-

lekseja herättämästä nukkuva [Pejman & Faradji, 2018]. Aivosähkökäyrässä näkyy siis myös suuria hetkellisiä jännitevaihteluja, joita kutsutaan k-komplekseiksi. N2-vaiheen unta esiintyy keskimäärin 35-55 prosenttia uniajasta. [Härmä & Sallinen, 2004; Partinen & Huutoniemi, 2018]

Nukahtamisen jälkeen uni on siis ensin kevyttä perusunta, mutta etenee terveellä aikuisella nopeasti syväksi uneksi (N3), jota voidaan kutsua myös hidasaaltoiseksi uneksi (SWS). Unen ollessa syvää, ihmistä on tavallisesti vaikeaa saada hereille edes kovinta meteliä pitämällä. Partosen [2017] mukaan tämä johtuu siitä, että aistinelimiin tulevat ulkoiset ärsykkeet eivät tällöin tavoita aivoja. Tässä unen vaiheessa vallitsevana aivosähkökäyrän aaltona on hidas 0.5-2 hertsin deltatoiminta ja N2-vaiheelle tyypillisiä unisukkuloita esiintyy enää vain harvoin [Partinen & Huutoniemi, 2018]. Aivot ottavat kuitenkin myös syvässä perusunessa vastaan elimistön sisäisiä ärsykeitä, ja esimerkiksi unissakävely on mahdollista syvän unen aikana. Partisen ja Huutoniemen mukaan [2018] hyvin nukkuvalla henkilöllä syvää unta on vähintään 15-23 prosenttia nukutusta yöajasta. Hengitys ja sydämen toiminta ovat syvässä unessa terveellä ihmisellä säännöllisiä, lihakset ovat täysin rentoutuneet; pulssi, ruumiinlämpö ja verenpaine ovat laskeutuneet [Pejman & Faradji, 2018]. Tämä univaihe on elimistöä elvyttävää unta, [Partinen & Huutoniemi, 2018] ja siksi erityisesti syvän unen määrän tarkkailu saattaa olla merkityksellistä. Elpyminen ilmenee esimerkiksi aivojen energiavarastojen täydentymisenä ja kasvuhormonin erittymisenä [Härmä & Sallinen, 2004].

#### **2.4.2. Vilkeuni (REM)**

Perusuni syvenee kevyestä torkkeesta N1-vaiheesta N2-vaiheen kautta syvän unen vaiheeseen N3. Aamuyön ja aamun uni koostuu suurimmaksi osaksi kuitenkin vilke- eli REM-unesta. Nimi viittaa nopeisiin silmän liikkeisiin (rapid eye movements), sillä ne ovat tälle univaiheelle hyvin tyypillisiä. American Academy of Sleep Medicine luokituksessa tätä vaihetta kutsutaan myös nimellä R-vaihe. [Partinen & Huutoniemi, 2018]

Vilkeunta voidaan kutsua myös nimellä paradoksaalinen uni, sillä sen aivosähkötoiminta muistuttaa paljolti valveen aivosähkötoimintaa. Vilkeunen aikaisessa toiminnassa on siis havaittavissa paradoksi; nukumme, mutta aivojemme toiminta on vilkasta. Autonominen hermosto aktivoituu jälleen vilkeunessa. Valveen kaltaiseksi vilkeunen tekee myös se, että näemme tässä vaiheessa paljon unia, vaikkakin logiikka ja mielikuvat saattavatkin olla näissä kovin erilaisia valveeseen verrattuna. [Härmä & Sallinen, 2004]

Vilkeunijaksossa hengitystiheys myös kasvaa ja silmät liikkuvat nopeasti suljettujen silmäluomien takana [Pejman & Faradji, 2018]. Myös sydämen syke ja verenpaine vaihtelevat tämän univaiheen aikana suuresti [Nienstedt et al., 2004; Partinen &

Huutoniemi, 2018]. Hyvin nukkuvalla vilkeunen määrä on keskimäärin 20-25 prosenttia yöunista [Partinen & Huutoniemi, 2018].

## 2.5. Yhteenveto

Ihmisen uni jaetaan siis kolmeen perusunen vaiheeseen (N1, N2, N3), sekä vilkeuneen (REM). Keskimäärin terve ihminen nukahtaa noin 15 minuutissa [Partinen & Huutoniemi, 2018] vaipuen torkeunen kautta keskisyvään N2 uneen ja siitä edelleen syvään uneen N3. Yleinen yhteisymmärrys näyttää olevan, että syvän unen aikana keho palautuu ja kuona-aineet poistuvat kehosta. Muun muassa juuri tästä syystä syvän unen seuranta lienee erityisesti urheilijoille merkityksellistä.

Keskimäärin 90 minuutin kuluttua nukahtamisesta syvä uni muuttuu vilkeuneeksi, jolloin vain tahdosta riippumattomat lihakset ovat aktiivisia — autonominen hermosto siis aktivoituu. Vilkeunen aikana aivojen aineenvaihdunta voi olla jopa vilkkaampaa kuin valveilla [Partinen & Huutoniemi, 2018].

Uni koostuu sykleistä. Vilkeunivaiheen jälkeen kevyen unen vaihe N1 palaa ja jatkuu edelleen N2 ja N3 -vaiheisiin. Nämä vaiheet toistuvat läpi yön keskimäärin 4-6 kertaa, syklien keskimääräiset kestot ovat 90-110 minuutin välissä [Härmä & Sallinen, 2004; Chokroverty & Bhat, 2017; Partinen & Huutoniemi, 2018]. Mitä pidemmälle yö etenee, sen suurempia ovat unisykliemme vilkeunijaksot. Syvän unen osuus unestamme taas vähenee aamua kohti, kun kehomme valmistautuu heräämiseen. Viimeisissä sykleissä ei syvää unta ole tavallisesti enää juuri ollenkaan. [Härmä & Sallinen, 2004]

Mielenkiintoista on, että suorituskyyvyssämme voidaan havaita eräänlainen 90 minuutin rytmitys myös valveilla ollessamme (BRAC). Käytännössä tämän voi huomata vaikkapa niin, että jos ei mene heti nukkumaan kun unettaa, saattaa väsymys mennä ohi. Näin joutuu odottamaan seuraavan syklin saapumista. Uni-valverytmiä säätelee ihmisen biologinen kello, jossa nukahtamistaipumus on suurimmillaan yöllä ja pienimmillään aamupäivällä.

### 3. Unen mittarit

Tässä luvussa käsitellään unen aikaisia fysiologisia muutoksia, sekä sitä miten unta voidaan biosignaaleja mittaamalla tarkkailla.

Unta voidaan kuvantaa monin eri keinoin. Yksinkertaisimmillaan voimme seurata nukahtamis- ja heräämisaikoja. Voisimme myös verraten helposti itse arvioida unemme laatua, mutta on tavallista, että nukkujan oma kokemus ei vastaa mittausten antamaa kuvaa [Härmä & Sallinen, 2004]. Tästä johtuen unipäiväkirja toimiikin parhaiten mittausten kanssa yhdessä, ei niinkään itsenäisenä tutkimusmenetelmänä.

Unilaboratoriossa unta voidaan tulkita monia erilaisia fysiologisia mittauksia yhdistelemällä. Monimutkaisimmillaan tutkittavan kehoon on kiinnitetty suuri määrä erilaisia elektrodeja ja sensoreita. Kliinisessä tutkimuksessa unettomuuden syiden selvitykseen käytettäviä menetelmiä ovat ainakin aktigrafia, yöpolygrafia ja unipolygrafia [Partinen, 2015].

Laboratorio-olosuhteissa unta kuvataan perinteisesti aivosähkötoiminnan (EEG), silmien liikkeen mittauksen (elektro-okulografia, EOG) ja lihasjännityksen mittauksen (Eelektromyografia, EMG) avulla. Lisäksi valvotaan hengitystä ja veren happikyllästeisyyttä, sekä unen aikaisia liikkeitä ja nukkumisasentoa. Tämä tutkimusasetelma on unen tutkimisen laajin asetelma ja sitä kutsutaan jo edellä sivutuksi unipolygrafia-tutkimukseksi. Unipolygrafia on kuitenkin menetelmänä ongelmallinen; se on kallis, ja tietoa nukkujasta voidaan saada tavallisesti vain yhden yön ajalta. Lisäksi laboratorio-olosuhteet eivät vastaa normaalioloja, jolloin saatu data ei täysin vastaa todellisuutta. [Härmä & Sallinen, 2004; Burgdorf et al., 2018] Professori Markku Partinen [2015] on samoilla linjoilla; hänen mukaansa, laajat unipolygrafiat ovat aikaa vieviä ja haastavia toimenpiteitä. Toisaalta automaattisiin tietokoneen tuottamiin analyyseihin ei voi kliinisessä työssä hänen mukaansa vielä luottaa. Tietokoneanalyysit vaativat siis tutkimusta ja kehitystä niiden luotettavuuden parantamiseksi.

Yöpolygrafia on menetelmänä unipolygrafiaa suppeampi, ja sitä käytetään uniapnean ja kuorsauksen hoidon seulontaan. Yöpolygrafiassa ei tarkkailla aivojen sähköistä toimintaa, eikä sen perusteella siten ole mahdollista tehdä lääketieteellisiä univaiheluokituksia. [Partinen, 2015]

Yllä mainittujen laboratoriotutkimusten ongelmallisuudesta johtuen on herännyt kiinnostus kehittää unitutkimukseen niin kutsuttuja noninvasiivisempia menetelmiä, joita voidaan käyttää tutkittavan kotioloissa. Aktigrafiaa voidaan käyttää tutkittavan kotona, sillä siinä potilaan ei tarvitse muuta kuin pukea (yleensä ei-dominanttiin) ranteeseensa liikeaktiivisuutta mittaavaa anturi. Tämä kiihtyvyysanturi mittaa käyttäjänsä liikkeitä. Partisen mukaan [2015] aktigrafian avulla on mahdollista kuvantaa uni-valverytmin jaksottuminen ja säännöllisyys. Tuloksista voidaan myös tehdä päätelmiä unijakson pituudesta ja rauhallisuudesta. Partinen [2015] korostaa kuitenkin, että erilaisia markkinoilla olevia erilaisia aktiivisuusrannekkeita ei ole vielä validoitu, eivätkä ne



todennäköisesti täytyä kliinisille laitteille asetettuja laatustandardeja. Vastuullisen valmistajan tulisiikin tuoda tämä selkeästi ilmi tuotteen markkinoinnissa.

Yllämainitusta ongelmallisuudesta mittausten monimutkaisuuteen ja luotettavuuteen liittyen, muutokset verenkierron autonomisissa säätelymekanismeissa kiinnostavat yhä enemmän unen analysoinnissa [Tobaldini et al., 2012]. Unen eri vaiheet voidaankin liittää aikaisemmin mainittujen tutkimusten lisäksi muutoksiin myös sydämen sykkeessä (HR), verenpaineessa (BP) ja lihaksen sympaattisessa aktiivisuudessa (Muscle Sympathetic Nerve Activity, MSNA).

Seuraavissa luvuissa 3.1.-3.5. perehdytään näihin muutoksiin tarkemmin. Lopuksi luvussa 3.6. käsitellään saadun datan tulkintaa.

### **3.1. Autonominen hermosto**

Kehon fysiologiassa tapahtuu nukkuessamme runsaasti muutoksia. Näitä muutoksia puolestaan ohjaa autonominen, eli tahdosta riippumaton hermosto [Nienstedt et al., 2004; Ernst, 2017; Partinen & Hutoniemi, 2018]. Autonomisen hermoston nimi viittaa sen puoli-itsenäiseen luonteeseen; sen toimintaan ei voi vaikuttaa suoraan tahdon avulla [Nienstedt et al., 2004].

Uni ja autonominen hermosto ovat vuorovaikutuksessa keskenään monella tapaa. Autonomisessa sydän- ja verenkiertoelimistön säätelyssä voidaan havaita muutoksia unen eri vaiheissa. Toisaalta muutokset tässä sympatovagaalisessa tasapainossa, eli parasympaattisen ja sympaattisen hermoston tasapainossa, voivat myös horjuttaa unen fysiologista prosessia. [Tobaldini et al., 2012]

Autonomista hermostoa hallitsevat selkäytimessä sijaitsevat keskukset, aivorunko ja hypothalamus. Hypothalamus hallitsee autonomisen hermoston lisäksi kahta muuta järjestelmää; hormonitoimintaa ja hermostoa, joka on mukana säätelössä motivaatiota ja sosiaalista käyttäytymistä [Ernst, 2017]. Hypotalamuksen eri alueiden sähköinen simulaatio saa aikaan autonomisten reaktioiden ohella myös käyttäytymismuutoksia [Nienstedt et al., 2004].

Autonominen hermosto jaetaan tavallisesti sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Nämä hermostot toimivat vuorovaikutuksessa keskenään [Kingma et al., 2016; Furness, 2009; Nienstedt et al. 2004]. Pääsääntönä on, että elimistöön tulee sekä sympaattisia, että parasympaattisia hermosyitä [Nienstedt et al., 2004]. Perinteisen näkemyksen mukaan sympaattinen hermosto on vastuussa stressireaktioista, kun taas parasympaattinen hermosto vastaa rentoutumisesta [Ernst, 2017]. Sympaattinen ja parasympaattinen hermosto vaikuttavat siis tyypillisesti kohde-eliimiin päinvastaisesti, mutta täydentävästi [Furness, 2009]. Näiden hermostojen välistä tasapainoa kutsutaan myös jo edellä mainituksi sympatovagaaliseksi tasapainoksi [Partinen & Hutoniemi, 2018].

Hyvänä esimerkkinä autonomisen ja parasympaattisen hermoston vuorovaikutuksesta on pupillireaktio; sympaattinen hermosto supistaa pupillia, parasympaattinen hermosto puolestaan laajentaa sitä. Sympaattisen ja parasympaattisen hermoston päinvas-  
taiset vaikutukset kohde-eliimiin mahdollistavat tehokkaan sopeutumisen kehon ja ympäristön vaatimuksiin [Furness, 2009].

Autonomisen hermoston tarkoituksena on siis säädellä elinten toimintaa siten, että se olisi suotuisinta niiden omille toiminnoille ja samalla koko kehon toiminnan tasapainolle [Furness, 2009]. Autonominen hermosto koostuu tuoja- ja viejähermosoluista, jotka hermottuvat melkein kaikkiin sisäelimiin [Ernst, 2017]. Näin hermosto saa tietoa yksittäisten elinten ja koko kehon tilasta [Furness, 2009]. Autonomisen hermoston rooli sydämen toiminnan säätelyssä on hyvin tärkeä. Sydämeen tulevat sympaattiset hermot nopeuttavat ja voimistavat sydämen toimintaa, kun taas parasympaattiset hermot hidastavat sitä [Nienstedt et al., 2004]. On kuitenkin muistettava, että kyseessä on monimutkainen järjestelmä, jolla on useita samoin monimutkaisia alajärjestelmiä [Ernst, 2017].

Parasympaattinen hermosto on vallitsevana syvässä N3 -vaiheen unessa, jolloin kehomme toiminnot elpyvät. Stressitilanteissa puolestaan sympaattinen aktiivisuus nousee. Tätä tasapainottelua on mahdollista mitata tarkkailemalla jatkuvasti sydämen sähköistä toimintaa ja laskemalla siitä sydämen sykevälivaihtelu, (Heart Rate Variability, HRV) [Partinen & Huutoniemi, 2018].

### **3.2. Sykevälivaihtelu (HRV)**

Sykevälivaihtelua on analysoitu laajasti ja sitä käytetään helppona ja luotettavana työkaluna verenkiertoelimistön terveyden arvioimisessa [Tobaldini et al. 2013]. Sykevälivaihtelu on sydämen lyöntien välisen ajan vaihtelua ja kertoo autonomisen hermoston toiminnasta. Vaihtelua mitataan niin kutsuttua RR-väliä laskemalla, joka on kahden peräkkäisen sydämenlyönnin etäisyys toisistaan millisekunteina mitattuna. Terveellä ihmisellä RR-väli vaihtelee jatkuvasti; sisäänhengityksellä syke hidastuu ja väli pitenee, uloshengityksellä päin vastoin. Vaihtelun puuttuminen kertoo, että jotain on vialla. [Partinen & Huutoniemi, 2018]

Autonominen hermosto on ensisijainen rajapinta unen ja verenkiertoelimistön välillä [Tobaldini et al., 2012]. Lääkärilehden artikkelissa ”Sykevälien mittaaminen on helppoa, tulkinta vaikeaa” [Seppänen, 2012], Oulun yliopistollisen sairaalan kardiologian vastualuejohtaja Timo Mäkikallio totesi, että monet asiat, kuten esimerkiksi stressi tai erilaiset fyysiset tai psyykkiset kuormitukset vaikuttavat sykevälivaihteluun. Mäkikallion mukaan näiden vaikutusten arvioiminen on kuitenkin äärimmäisen vaikeaa. Heikkoa, eli pientä sykevälivaihtelua voivat aiheuttaa haitallisen stressin lisäksi myös monet muutkin tekijät, kuten esimerkiksi ikä, tupakointi, alkoholi, kahvi, ylipaino, verenpaine,

veren rasvaprofiili, sokeriarvot, tulehdustekijät, depressio, ahdistuneisuus, ylirasitustila ja perimä. Nämä kaikki tulisivat siksi myös huomioida luotettavassa unianalyysissä.

Vilkeunen löytämisen jälkeen 1950-luvulla kävi selväksi, että unelle on ominaista kaksi erillistä fysiologista tilaa, perusuni (NREM) ja vilkeuni (REM). Muun muassa Tobaldinin ja muiden mukaan [2012], aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että perusunesta vilkeuneen siirryttäessä sydämen sykkeessä tapahtuu nopea nousu. Sydämen syke siis madaltuu ihmisen vaipuessa uneen, mutta siinä tapahtuu nousuja vilkeunen aikana [Tobaldini et al., 2017].

### **3.2.1. Sykevälivaihtelu ja uni**

Sykevälivaihtelun eri univaiheiden aikainen tilastollinen tai epälineaarinen analyysi ovat tarjonneet perusteellisen käsityksen fysiologisista autonomisista muutoksista, jotka tapahtuvat uneen vaivuttaessa ja eri univaiheiden välillä. Lisäksi nämä erilaiset menetelmät ovat paljastaneet tärkeitä muutoksia erilaisissa patologisissa tiloissa kuten unetomuus, neurologiset unihäiriöt ja uniapnea. Nämä ovat ryhmä sairauksia, joihin liittyy myös normaalin hengitystiheyden muutos unen aikana [Tobaldini et al., 2013]

Uni on fysiologinen prosessi, joka aktivoi erilaisia biologisia järjestelmiä, molekyyalitasosta aina elimiin asti. Unen eheys on välttämätöntä ihmisen terveyden ja homeostaasin ylläpitämisessä. Vaikka unta on aikaisemmin pidetty hiljaiselon aikana, kokeelliset ja kliiniset todisteet viittaavat kuitenkin eri biologisten järjestelmien huomattavaan aktivoitumiseen. Avainasemassa on autonominen hermosto, joka säätelee sydän- ja verisuonitoimintoja unen alkaessa ja unen eri vaiheissa. Siksi kiinnostus autonomisen kardiovaskulaarisen hallinnan arviointiin sykevälivaihteluanalyysien avulla on myös kasvanut. [Tobaldini et al., 2013]

Markkinoilla on yhä enemmän kaupallisia teknologioita, jotka väittävät tunnistavansa unen eri vaiheet sykevälivaihteluun, sykkeeseen ja liikkeeseen perustuen. Yksi näiden teknologioiden valmistajista on suomalainen FirstBeat Technologies. Heidän oman tutkimuksensa mukaan mittaustulokset unipolygrafiasta saatuihin tutkimustuloksiin ovat verraten hyvät eri univaiheiden tunnistusprosentin ollessa keskimäärin 66 prosenttia [FirstBeat Technologies, 2019]. Tulosten luotettavuutta arvioitaessa on kuitenkin huomioitava, että laaja unipolygrafiakaan ei tunnista univaiheita 100 prosenttisesti. Tästä syystä on todettava, että vaikka tulokset vaikuttavatkin verraten hyviltä, tulisi niitä pitää ainoastaan suuntaa-antavina.

### 3.2.2. Sykevälivaihtelun merkitys

Sykevälivaihtelu on jokaisella yksilöllä erilainen ja se muuttuu elämän eri vaiheissa, etenkin iän myötä. [Zulfiqar et al., 2010] Suuri sykevälivaihtelu kertoo terveydestä, kun taas olematon vaihtelu kertoo jonkin olevan vialla [Partinen & Huutoniemi, 2018].

Sydän reagoi ponnistuksiin sen mukaan, onko henkilö tottunut niihin. Etenkin aerobisen liikunnan harrastaminen vaikuttaa sykevälivaihtelua nostavasti [Nienstedt et al., 2004]. Hyväkuntoisen, paljon harjoittelevan henkilön leposyke on usein hidas, maratoonarilla jopa niinkin alhainen kuin 35 lyöntiä minuutissa. Vastaavasti maksimisyke on kuitenkin suhteessa korkea. Aktiiviurheilijan sykevälivaihtelu on siis lähtökohtaisesti suurempaa, kuin yksilöllä, joka ei harrasta aktiivisesti liikuntaa. Yksilölliset vaihtelut sydämen toiminnassa ovat kuitenkin suuria, eikä tuloksia yksilöiden välillä voi suoraan verrata toisiinsa. [Nienstedt et al., 2004]

Williamsin ja kumppanien toteuttamassa tutkimuksessa [2017] tarkasteltiin sykevälivaihtelun tarkkailun merkityksellisyyttä urheiluvammojen ehkäisylle CrossFit-urheilijoilla. Tutkimuksessa todettiin sykevälivaihtelun seurannan olevan hyödyllinen väline harjoittelukuormituksen mukauttamiseen ja yksilöintiin yllirasitusvammojen riskin minimoimiseksi. Suurta kuormitusta siedettiin hyvin, kun sykevälivaihtelu pysyi korkealla tai vähintään normaalilla tasolla. Alentunut sykevälivaihtelu yhdistettynä raskaaseen kuormitukseen taas lisäsi vammojen riskiä.

### 3.3. Leposyke (RHR)

Lepo ja toipuminen korostuvat aktiiviurheilijoilla. Leposykkeen seuranta treeni- tai kilpailukauden aikana voi antaa urheilijoille ja valmentajille mahdollisuuden seurata autonomisen hermoston tilan merkkejä. Saatua tietoa voidaan hyödyntää harjoitusten ja palautumisen suunnittelussa.

Sydämen syke (HR) on helposti mitattavissa oleva kardiovaskulaarinen fenotyyppi. Tämä tarkoittaa, että sydämen syke kertoo verenkiertoelimistön tilasta. Ennen kuin sykedataa voidaan johdonmukaisesti tulkita, on syytä tuntee sydämen luontainen päiväkohtainen vaihtelu unen aikana [Waldeck ja Lambert, 2003; Buchheit, 2014]. Waldeck ja Lambert totesivat tutkimuksessaan 2003, että leposykkeen muutoksen tulee olla noin 10 lyöntiä minuutissa, jotta muutoksesta on mahdollista tehdä havaintoja tai johtopäätöksiä.

Kohonnut leposyke liittyy korkeampaan kardiovaskulaariseen kuolleisuuteen ja sairastuvuuteen jopa silloin, kun muut verenkiertoelimistön riskitekijät otetaan huomioon. Kohonnut syke on myös riskitekijä korkeammalle verenpaineelle sekä lapsilla että nuorilla. [Koskela et al., 2013] Kohonnut leposyke voi kertoa myös yllirasitustilasta, jonka vuoksi leposykkeen tarkkailu on urheilijalle merkityksellistä.

Koskela ja muut totesivat tutkimuksessaan [2013], että alhainen leposyke kertoo yksilön edullisemmasta hemodynaamisesta, eli fysiologisesta profiilista. Korkea leposyke puolestaan voi olla muun muassa merkki stressistä ja ahdistuksesta, tulehdustiloista ja verenvirtauksen ongelmista, mitkä kaikki voivat altistaa sairastumisille. Zhangin ja kumppanien toteuttamassa tutkimuksessa [2016] analysoitiin ja yhdistettiin 45 aikaisempaa tutkimusta leposykkeen vaikutuksista. Analyysin perusteella sairastumisriski kasvaa suhteessa leposykkeeseen. Yli 80 lyönnin leposyke merkitsee analyysin mukaan jopa 30 prosenttia suurempaa riskiä sairastua sepelvaltimotautiin, aivoverenkiertohäiriön riskin ollessa kahdeksan prosentin luokkaa.

Leposykkeen tarkkailu vaikuttaa siis olevan kaiken kaikkiaan hyvin merkityksellistä.

### **3.4. Hengitystiheys**

Nukkuessamme sympaattisen hermoston aktiivisuus tyypillisesti vähenee, jolloin syke-  
taajuus laskee ja hengitystiheys pienenee. Myös ihon pienet verisuonet laajenevat. Tämä  
voidaan havaita ihon läpi sekoittuvan hiilidioksidin kohoamisena [Vanhala, 2013]. Stern-  
bergin [2019] mukaan muutokset juontuvat hengityslihasten tahdonalaisen kontrollin  
puuttumisesta, hengityskeskuksen toiminnan muutoksista ja ylempien ilmateiden vas-  
tuksen muutoksista. Perusunessa nukahtamisen yhteydessä hengityksessä esiintyy  
epäsäännöllisyyksiä, joita esiintyy myös kevyen unen vaiheessa ensimmäisen noin 20  
minuutin aikana. Syvässä unessa hengityksen frekvenssi on hitaampi ja hengitys taas  
säännöllisempää kuin valveessa. Ventilaatio, eli ilman kuljetus sisään ja ulos keuhkoista  
pienenee unen aikana etenevästi siten, että suurin vähenemä (noin 15 prosenttia) näh-  
dään syvän univaiheen aikana. Tämä aiheutuu kertahengitystilavuuden pienenemisestä  
hengitystiheyden säilyessä melko muuttumattomana. [Stenberg, 2019]

Vilkeunen aikana hengitys muuttuu pinnallisemmaksi ja epäsäännölliseksi siten, että  
silmänliikkeiden alkaessa hengitys hidastuu ja sen jälkeen nopeutuu. Kokonaisuutena  
muutokset ovat kuitenkin pienet verrattuna perusunen vastaaviin arvoihin [Stenberg,  
2019]. Hengityksen säätelyn unenaikaisten muutosten tuntemuksella on keskeinen sija  
yritettäessä ymmärtää yleisimmän uneen liittyvän sairauden, uniapnean, patologiaa.  
Viimeisimpien epidemiologisten tutkimusten mukaan noin 17 prosenttia keski-ikäisistä  
miehistä ja yhdeksän prosenttia naisista sairastaa keskivaikeaa tai vaikeaa uniapneaa.  
[Partinen & Huutoniemi, 2018]

### 3.5. Lämmönsäätely

Uni ajoittuu normaalisti vuorokausirytmien vaiheeseen, jolloin kehonlämpö laskee ja aineenvaihdunta hidastuu. Energiankulutus vähenee — mutta ei aivoissa. Energiankulutuksen kokonaisvähennyksessä ei ole ratkaisevaa eroa hiljaiseen valveen ja unen välillä [Jung et al., 2011].

Kehon lämmönsäätely toimii perusunen, muttei vilkeunen aikana [Stenberg, 2019]. Parmeggianin mukaan [2003] merkkejä lämmönsäätelyn toimimattomuudesta ovat muun muassa hikoilu ja kylmänväreiden puuttuminen vilkeunen aikana, vaikka ympäristön lämpötilan aiheuttama lämpökuorma tätä edellyttäisi. Ääreisverenkierto ja hikoilu kuitenkin lisääntyvät vilkeunessa termoneutraalissa ympäristössä, eli silloin, kun ihminen lepää mukavassa lämpötilassa [Parmeggiani, 2003].

Ympäristön ja siten myös kehon lämpötila vaikuttaa siis uneen. Liian myöhäinen, liian rasittava liikunta voi nostaa kehon lämpötilaa ja vaikeuttaa nukahtamista [Partinen & Huutoniemi, 2018]. Uniaika on pisin termoneutraaleissa olosuhteissa. Jos lämpötilaa joko nostetaan tai lasketaan, unet jäävät lyhyemmiksi. Huomattavat poikkeamat ympäristön termoneutraalista lämpötilasta aiheuttavat vilkeunen vähenemisen ja äärimmillään sen jäämisen kokonaan pois. [Stenberg, 2019] Vilkeunen puutteen puolestaan väitetään voivan johtaa moniin ongelmiin, kuten uupumukseen, muisti- ja keskittymishäiriöihin, mielialavaihteluihin ja pahimmillaan jopa hallusinaatioihin. Peeverin ja Fullerin [2016] mukaan vilkeunen toiminnallinen rooli on yhä epäselvä ja siten yksi tiedemaailman mielenkiintoisimmista mysteereistä.

### 3.6. Yhteenveto

Kaikki tässä työssä tutkitut kirjallisuuslähteet ovat verraten yksimielisiä siitä, että hyvä autonomisen hermoston toiminta ja siihen liittyvä korkea sykevälivaihtelu on terveyden kannalta positiivinen asia. Yhteenvetona voidaan todeta, että myös leposykkeen seuranta vaikuttaa erityisesti urheilijalle merkitykselliseltä. Niin leposykkeen mittaaminen, kuin sykevälivaihteluanalyysikin, ovat luotettavia lähestymistapoja sydämen autonomisen säätelyn arvioimiseksi unen aikana. Sykevälivaihtelun tutkiminen voi tarjota niin kliinisesti, kuin ennusteellisestikin tärkeää tietoa ja ennaltaehkäistä ylirasitustilaan joutumista.

Unen ja sydämen autonomisen säätelyn yhteyttä on kuitenkin pidettävä kaksisuuntaisena: toisaalta autonomiset muutokset voivat muuttaa unta, toisaalta unihäiriöt voivat muuttaa perusteellisesti sydämen fysiologista autonomista säätelyä [Tobaldini et al., 2013].

Kaikkien tässä luvussa esiteltyjen nimittäjien tarkkailussa ja tulkinnessa on kuitenkin pidettävä mielessä, että tulokset ovat yksilöllisiä. Liikuntalääketieteen erikoislääkäri

Arja Uusitalo HUS:sta totesi Lääkärilehden artikkelissa [2012], ettei sykevälivaihtelun mittauksesta voi koskaan tulla ”spesifiä burn out -markkeria”, koska sykevälivaihteluun vaikuttavat niin monet asiat. Sulkemalla pois mahdollisia muita aiheuttajia voidaan kuitenkin päätyä siihen, ettei muitakaan selittäviä tekijöitä löydy. Tietokoneanalyysi ei kuitenkaan vielä ole niin kehittynyttä, että kaikkia muita selittäviä tekijöitä olisi mahdollista sen avulla poissulkea. Esimerkiksi erilaisten lääkkeiden vaikutuksia on hankala tietokoneanalyysin menetelmin ymmärtää, sillä vaikutukset voivat olla hyvin yksilöllisiä.

Sekiguchin ja kumppanien 2019 julkaisemassa tutkimuksessa tulokset viittaavat siihen, että korkealla leposykkeellä, madaltuneella sykevälivaihtelulla, sekä kohonneella syvällä unella on yhteys. Myös Buchheitin tutkimuksessa [2014] saadut tulokset viittavat samaan. Syvä uni liittyy tutkitusti voimakkaasti kehon palautumiseen, ja se onkin liitetty lisääntyneeseen kasvuhormonien tuotantoon, lihasten palautumiseen, luun rakentumiseen, hermoston toipumiseen, proteiinisynteesiin ja vapaiden rasvahappojen vaihduntaan [Fullagar et al., 2015]. Tätä tukien syvän unen on myös osoitettu vähenevän, kun fysiologinen palautumistarve vähenee [Taylor et al., 1997]. Näiden tutkimusten valossa erityisesti syvän unen mittaus ja analyysi vaikuttavat merkityksellisiltä.

Ongelman mittaukseen muodostaa kaupallisten teknologioiden epäluotettavuus. Univaiheiden määritelmä perustuu unipolygrafiattutkimukseen, jonka vuoksi vaiheiden määrittäminen muin keinoin on jo lähtökohtaisesti hyvin ongelmallista. Saatuja tuloksia unen eri vaiheista on syytä pitää hyvin suuntaa-antavina. Leposykkeen, hengitystiheyden ja lämmöntuoton vaihtelujen seuranta vaikuttaa tutkimusten valossa kuitenkin merkitykselliseltä ja saattaa edistää univaiheiden tunnistamista.

Monista tutkimuksista huolimatta tieteellisessä yhteisössä ei näytä vallitsevan yhdenmukaista ymmärrystä siitä, miten itse unen laatu tulisi määritellä ja mitata. Ensimmäisiä ehdotuksia datan tulkinnasta on kuitenkin tehty. Nämä ehdotukset sisältävät nukahtamisviiveen, yli viiden minuutin herätysten lukumäärän yössä, nukahtamisen jälkeisen hereilläoloajan ja unen tehokkuuden [Ohayon et al, 2017]. Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella on selvää, että unen laadun mittareiden määrittämiseksi tarvitaan lisää tutkimustyötä. Laadun määritelmään ja mittaukseen olisi tärkeää kehittää tieteelliseen tutkimukseen perustuvat standardit, jotta määrittely ei jäisi sovelluskehittäjille. Näiden suositusten suunnittelussa tulisi huomioida myös sovelluksen käytön ja sen antaman palautteen vaikuttavuus. Standardien avulla kuluttajille voitaisiin luoda luotettava perusta unta analysoivasta tuotteesta tai palvelusta, joka osaltaan voisi helpottaa myös kaupantekoa. Lisätutkimuksilla olisi siis hyötyä niin käyttäjille, kuin palveluntuottajillekin.

#### 4. Uni ja urheilusuorituksesta palautuminen

Tässä luvussa perehdytään CrossFit-harjoitteluun, unen ja liikunnan yhteyteen, sekä käsitellään unen merkitys urheilun aiheuttamasta rasituksesta palautumisessa.

Perinteisesti ruokavaliota ja liikuntaa on pidetty terveyden ja pitkäikäisyyden kulmakivenä [Vitale et al., 2019]. Unitila puhdistaa aivojamme, kun nukumme luonnollista unta, tai yhtä lailla, jos olemme nukutettuna keinouudessa [Partonen, 2017]. Aivojen käyttö ihmisen hereillä ollessa johtaa lopulta energian ehtymiseen aivokuoren niillä alueilla, jotka ovat paikallisesti vastuussa ihmisen aktiivisuudesta. Yksinkertaistettuna voidaan sanoa, että ihminen vaipuu uneen, kun kriittinen taso saavutetaan. Tämän tason lähetessä ihminen tuntee itsensä uneliaaksi tai väsyneeksi.

Päivittäinen liikunta on tärkeää ihmisen kokonaisvaltaiselle hyvinvoinnille. Liikunta on myös yksi hyvän unen peruspilareista. Jokaisella on kenties kokemuksia siitä, miten ulkona aktiivisesti vietetyn päivän päätteeksi uni on maistunut erityisen makeasti. Liikunta lisääkin adenosiinin tuotantoa elimistössämme, sen vaikutus on unta tuottava. [Partinen & Huutoniemi, 2018] Liikunnan suhde uneen on kuitenkin kaksiteräinen miekka; liiallinen, pakonomainen liikunta voi häiritä elimistön homeostaasia, jolloin levon ja liikunnan tasapaino häiriintyy.

Yksi unen tarkoituksista on aktiivisesti palauttaa aivojen toiminta takaisin normaallille tasolle. Tämä johtaa myös palautuneeseen valppauteen, muistikapasiteettiin ja mielialaan. [Åkerstedt et al., 2009] Timo Partonen toteaa artikkelissaan "Mitä nukahtamisen jälkeen tapahtuu?" [2017], että tarvitsemme unta, jotta soluistamme poistetut kuona-aineet poistuisivat myös aivoista. Osa näistä kuona-aineista on solujen toiminnoille haitallisia ja siten estävät solujen normaalia toimintaa. Partosen mukaan aivoissa ja selkäytimen ympärillä kiertävä aivo-selkäydinneste pääsee unitilan aikana huuhtoutumaan syvemmälle solujen väliseen tilaan ja tuomaan sieltä aineenvaihdutatuotteet pois. Myös anaboliset prosessit (kasvuhormonin ja testosteronin erityis) tehostuvat unen aikana voimakkaasti katabolisten prosessien hidastuessa (kortisolin ja katekoliamiinien erityis) [Chokroverty & Bhat, 2017].

Partosen mukaan [2017] aivoissa tapahtuu hermoliiitosten huolto syvän unen aikana. Tällöin hyvin toimivat hermoliiitokset säilytetään ja ne korjataan kuntoon valheen aiheuttamilta vaurioilta. Liian heikot tai liian vahvat liitokset puretaan pois. Uni on tärkeää uusien hermosolujen synnyttämiseksi erityisesti muistin kannalta tärkeillä aivoalueilla. Uusia hermosoluja syntyy ihmisille vielä aikuisiälläkin. [Partonen, 2017]

Näiden edellä mainittujen tehtävien lisäksi uni näyttäisi vahvistavan elimistön vastustuskykyä puolustautua taudinaiheuttajia vastaan. Mitä pitkäunisempi nisäkäslaji on, sitä paremmin se on suojassa varsinkin loistartunnoilta. [Partonen, 2017] Pitkällä aikavälillä vähentynyt tai heikentynyt uni voi johtaa aineenvaihduntasairauksiin, masennukseen, uupumiseen ja jopa kuolleisuuteen. Stressi ja epäsäännöllinen unirytmii ovat unen häiriintymisen pääsyitä [Åkerstedt et al., 2009].

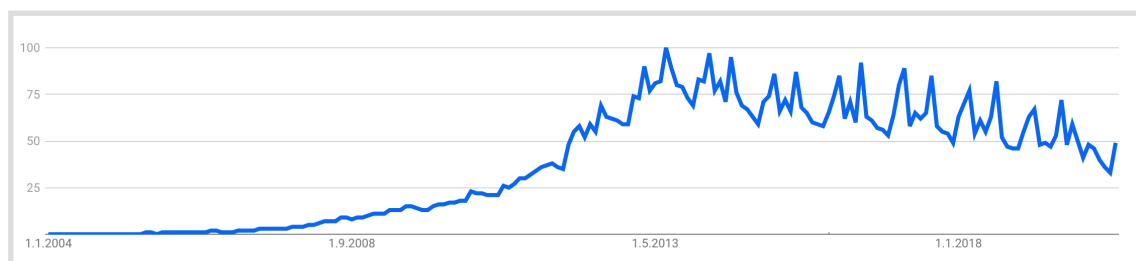


Kunto- ja suorituskynäkökulmasta unta mittaavia ja analysoivia laitteita voidaan käyttää harjoitussuunnitelmien optimointiin. Huonosti nukuttu yö voi pidentää rasittavasta harjoituksesta palautumiseen vaadittavan toipumisjakson kestoa, jolloin voidaan suositella kevyempiä harjoitteita tai jopa kokonaisvaltaista lepoa. [FirstBeat Technologies, 2019] Unta tarkkailevien, kaupallisten laitteiden vaikuttavuutta on kuitenkin tutkittu vasta vähän, ja vaikka unen tarkkailussa nähdään monia etuja, voi se kenties aiheuttaa tutkittavalle myös stressiä. Seuraavissa luvuissa 4.1.- pureudutaan syvemmin unen tarkkailuun CrossFit-urheilun kontekstissa.

#### 4.1. CrossFit-harjoittelu

CrossFit on verraten uusi harjoittelumuoto, mutta kasvattanut suosiotaan räjähdysmäisesti ympäri maailman. Vuonna 2000 virallisesti perustettu CrossFit Inc käsittää tänä päivänä maailmanlaajuisen verkoston, joka koostuu 5500 virallisesta CrossFit-salista [CrossFit Suomi, 2016]. Suomessa ensimmäinen CrossFit-sali perustettiin vuonna 2007 [Akonniemi et al., 2018].

CrossFit harjoittelun suosion kasvu voidaan myös todeta Googlen hakutrendeissä (kuva 2). ”CrossFit” hakuterminä käytettäessä tulokseksi saatavasta kaaviosta voi selvästi havaita kiinnostuksen lajia kohtaan kasvaneen merkittävästi. Lajille tyypillistä on kilpailuhenkisyys, ja siihen kannustetaan yleisesti. Alla olevasta Googlen hakutrendikaaviosta voidaan selvästi huomata lajin tärkeimmät kisakaudet; ”CrossFit Open” ja ”CrossFit Games”. CrossFit Open järjestetään keväällä maaliskuun paikkeilla ja CrossFit Games kesällä heinä-elokuun paikkeilla.



Kuva 2: CrossFit-trendi. [Lähde: Google Trends. Viitattu: 30.6.2020]

CrossFit on monipuolista, korkeaintensiteettistä toiminnallista harjoittelua ja perustuu ajatukseen mahdollisimman toimintakykyisestä kehosta. Laji pyrkii kehittämään kaikkia fyysisen suorituskyvyn kymmentä osa-aluetta: 1) hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyyä, eli kestävyyttä, 2) kestovoimaa, 3) maksimivoimaa, 4) notkeutta ja liikkuvuutta, 5) nopeusvoimaa, 6) nopeutta, 7) koordinaatiota, 8) ketteryyttä, 9) tasapainoa ja 10) tarkkuutta [Glassman et al., 2002]. CrossFit-harjoittelussa yh-

distyy niin painonnoston, voimistelun kuin kestävyysurheilunkin piirteitä. Tarkoitus lajissa on pärjätä tasavahvasti näillä kaikilla osa-alueilla.

CrossFit-valmennusoppaan mukaan [2002], CrossFit-harjoittelu keskittyy erityisesti neuroendokriinisen vasteen maksimointiin, voiman kehittämiseen, useiden harjoitusmuotojen yhdistämiseen, harjoitteluun toiminnallisilla liikkeillä ja harjoitusten toistamiseen. CrossFitissa korostuu myös yhteisöllisyys, joka syntyy kun urheilijat harjoittelevat (ja siten myös vähän kärsivät) yhdessä.

CrossFit-harjoittelulla on monia etuja. Sen on raportoitu saavan aikaan parannuksia kehon koostumuksessa, autonomisen hermoston sydänvasteessa, kuten sydämen sykevaihtelussa, sekä fyysisessä kunnossa [Meyer et al., 2017]. Kaikissa urheilulajeissa on kuitenkin riskinsä, eikä CrossFit-harjoittelu tee tässä poikkeusta. Tutkimuksissa näyttää olevan yksimielisyys siitä, että tällainen todella intensiivinen toiminnallinen harjoittelu aiheuttaa riskin tuki- ja liikuntaelimestölle [Bergeron et al., 2011], sekä ylikuormitukselle [Tibana et al., 2016; Drake et al., 2017] etenkin niissä tapauksissa, joissa urheilu on jatkuvaa ja johdonmukaista.

Lichtenstein ja Jensen tutkivat [2016] urheiluriippuvuuden yleisyyttä CrossFit-harrastajilla. Tutkimukseen osallistui 603 tavallista CrossFit-harrastajaa, jotka rekrytoitiin Facebook-ryhmien kautta. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että viisi prosenttia osallistujista oli koukussa urheiluun ja että nuorilla miehillä oli addiktioon kohonnut riski. CrossFit-harjoittelun ei todettu aiheuttavan sen suurempaa riippuvuusriskiä harrastajille muihin urheilulajeihin verrattuna. Tutkijat olivat yllättyneet tuloksista, sillä CrossFitin yhteisöllisestä luonteesta johtuen lajin voisi olettaa aiheuttavan kohonneen addiktion riskin.

#### **4.2. Urheilusuurituksesta palautuminen**

Kaikessa urheilussa yhtenä tärkeimmistä tavoitteista on lajisuorituskyvyn ja sitä tukevien ominaisuuksien kehittäminen. Kuormitus saa aikaan muutoksia kehossamme ja näin vaikuttaa elimistömme tasapainoon, eli homeostaasiin. Timónin ja kumppanien tutkimuksessa [2019] verrattiin kahta erilaista CrossFit-harjoitusta ja niiden rasittavuutta. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että kumpikin harjoitus aiheutti merkittäviä muutoksia maksan transaminaaseissa, eli maksavaurioiden indikaattoreissa, lihasvaurioiden ja aineenvaihdunnan merkitsijöissä, sekä heikensivät fyysistä suorituskykyä. Tutkimuksessa arvojen raportoitiin kuitenkin palautuneen 48 tunnin kuluessa. Tänä harjoitusten välisenä palautumisaikana, joka siis edellä mainitussa tutkimuksessa oli kahden vuorokauden mittainen, elimistössä tapahtuu erilaisia rakentavia prosesseja, joiden vuoksi samaa lihasryhmää kuormittavan harjoituksen toistaminen on uusittaessa helpompaa.

Harjoittelu voidaan siis nähdä prosessina, jonka myötä tapahtuu sekä fysiologisia että psykologisia muutoksia. Onnistuneessa harjoitusohjelmassa tulee välttää liiallisen ylikuormituksen ja riittämättömän palautumisen yhdistelmää. Toisaalta liian kevyt, tai liian harvoin toistettu harjoitus ei aiheuta muutoksia elimistön homeostaasiin, eikä näin juurikaan kehitä suorituskyyä. Toiminnallinen ylikuormitus johtaa lopulta suorituskyyyn paranemiseen — mutta vasta kehon ja mielen palaututtua edellisistä rasitteista. [Meeusen et al., 2006]

Elimistön palautumiskyvyn ylittävä harjoituskuormitus johtaa puolestaan elimistön väsymiseen ja siten suorituskyyyn heikkenemiseen. Tuloksena on ylikuormitustila, jonka hoitaminen voi viedä päivistä kuukausiin, jopa vuosiin mikäli tilanne pääsee oikein pahaksi. Huomioitavaa on, että elimistön homeostaasiin vaikuttavat fyysisen harjoittelun ohella monet muutkin elämän osa-alueet, esimerkiksi sosiaaliset suhteet, työ, opiskelu, ravitsemus ja ennen kaikkea uni.

#### **4.2.1. Uni palautumisen menetelmänä**

Viime vuosina onkin kiinnitetty entistä enemmän huomiota unen merkitykseen terveydelle ja hyvinvoinnille. Monet aktiivisesti liikuntaa harrastavat nukkuvat kuitenkin yhä liian vähän, eikä unihygienia saa ansaitsemaansa arvostusta [Laukka, 2016; Simpson et al., 2017]. Urheilijalla unen laatu ja määrä saattavat siis usein olla heikkoja. Toisaalta oikein annosteltuna liikunta myös parantaa unen laatua.

Vitalen ja kumppanien mukaan terveyden kolme peruspilaria ovat 1) ruokavalio, 2) liikunta ja 3) uni. Pilarit ovat vuorovaikutuksessa keskenään; yhden osa-alueen laiminlyönti vaikuttaa negatiivisesti muihin osa-alueisiin. Uni palvelee elintärkeitä fysiologisia toimintoja, ja on kiistatta kaikkein tärkein tekijä myös fyysisestä rasituksesta palautumisessa [Vitale et al., 2019].

Stressi ja epäsäännöllinen unirytmii ovat unen häiriintymisen pääsyitä [Åkerstedt et al., 2009]. Säännöllinen elämänrytmi niin ruokailun kuin liikunnankin suhteen tukee hyvää unenhuoltoa [Partinen & Huutoniemi, 2018]. Moderni yhteiskuntamme aiheuttaa kuitenkin ristiriidan; lyhyiden yöunien sietäminen nähdään vahvuutena [Simpson et al., 2017].

Hiljattain julkaistussa tutkimuksessa Cadegiani ja kumppanit [2019] tutkivat CrossFit-harjoittelun vaikutuksia aineenvaihduntaan ja hormonitasapainoon sekä näiden yhteyttä yllirasitustilaan (Over Training Syndrome, OTS). Tutkimuksessa havaittiin, että yllirasitustilaan joutuneet CrossFit-urheilijat nukkuivat yhtä paljon terveeseen ryhmään verrattuna, mutta arvioivat unensa laadun huonommaksi. Tämän tutkimuksen perusteella unen laadulla vaikuttaisi siis olevan yhteys yllirasitustilan ehkäisemisessä.

Claudino ja kumppanit kartoittivat puolestaan tutkimuksessaan [2019] mitä parametrejä unen laadun tarkkailuun tulisi käyttää joukkueurheilijoilla. Myös heidän

mukaansa aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että unen aikaiset psykologiset ja fysiologiset prosessit ovat kriittisiä optimaalisen palautumisen kannalta. Heidän mukaansa aktigrafia on paras tapa tarkkailla joukkueurheilijan unen tehokkuutta.

#### **4.3. Yhteenveto**

Yksi unen tarkoituksista on palauttaa aivojen toiminta normaalille tasolle; palauttaa valppaus, muistikapasiteetti sekä mieliala. Palauttaa siis ihmisen suorituskyyky. [Åkerstedt et al., 2009]

Liikunnalla ja unella on kaksisuuntainen suhde; liiallinen, pakonomainen liikunta voi häiritä elimistön homeostaasia, jolloin levon ja liikunnan tasapaino häiriintyy. Tämä puolestaan voi johtaa alentuneeseen suorituskyykyyn ja pahimmillaan pidempiaikaiseen ylirasitustilaan. Mitä kauemmin rasitustila jatkuu, sen hankalampaa sen hoitaminen on. Ylirasitustilan ennaltaehkäisy on siis tärkeää. Unta tarkkailemalla puolestaan on mahdollista saada viitteitä ylirasituksesta.

Urheilusuorituksesta palautumisen merkitys korostuu erittäin intensiivisessä urheilussa, kuten CrossFit-harjoittelussa. Unen merkitykseen terveydelle ja hyvinvoinnille onkin kiinnitetty enenevässä määrin huomiota, mutta siitä huolimatta monet aktiivisesti liikuntaa harrastavat nukkuvat kuitenkin yhä liian vähän [Laukka, 2016; Simpson et al., 2017].

Kunto- ja suorituskyykynäkökulmasta unta tarkkailevia laitteita on mahdollista käyttää harjoitussuunnitelmien optimointiin. Huonosti nukuttu yö voi pidentää rasittavasta harjoituksesta aiheutuneeseen toipumisjaksoon tarvittavaa aikaa. [FirstBeat Technologies, 2019]

Unta tarkkailevien, kaupallisten sovellusten vaikuttavuutta on tutkittu vasta hyvin vähän. Vaikka unen tarkkailussa voidaan nähdä monia etuja, voi se kenties aiheuttaa tutkittavalle myös stressiä ja nostaa esiin muita terveyteen haitallisesti vaikuttavia lieveilmiöitä. Aihetta tulisi tutkia lisää, jotta vaikuttavuudesta saataisiin parempi käsitys ja voitaisiin varmistua siitä, etteivät sovellukset ole käyttäjilleen haitallisia.

## 5. Kaupalliset unianalyysisovellukset

Älypuhelimet yhdistettävine sensoreineen ja suurine laskentatehoineen ovat kuin pieniä unilaboratorioita. Älypuhelimien suosion ja henkilökohtaisuuden vuoksi niitä pidetään potentiaalisina alustoina laboratorion ulkopuolella toteutettavaan edulliseen ja pitkäaikaiseen unen seurantaan, niin yleisessä käytössä kuin kliinisessä tutkimuksessakin [Fino et al., 2019]. Älypuhelimiin on helppo yhdistää erilaisia sensoreita jo olemassaolevaa teknologiaa hyväksi käyttäen.

Unen aikaisia fysiologisia muutoksia voidaan tarkkailla puettavaa teknologiaa, kuten esimerkiksi aktiivisuusranneketta tai urheilukelloa apuna käyttäen. Itse asiassa monissa unta tarkkailevissa sovelluksissa koko tiedonkeruu suoritetaan juuri puettavan teknologian avulla, jossa älypuhelinsovellus toimii datan analyysi- ja palautealustana.

Puettavien tuotteiden suunnittelussa käyttäjäkokemus (User Experience, UX) on erityisen tärkeässä roolissa, jotta käyttäjät voisivat tulkita, ymmärtää, motivoitua ja muuttaa toimintaansa saamiensa tietojen perusteella [Asimakopoulos et al., 2017]. Näitä teknologioita ei kuitenkaan ole validoitu hyvin [Burgdorf et al., 2018]. Hiljattain julkaistussa systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa [Guillodo et al., 2020] tutkittiin aikaisempia tutkimuksia kliinisistä mobiilisovelluksista, jotka käyttävät apunaan puettavaa teknologiaa. Katsauksen perusteella voidaan sanoa, että tällaisen teknologian käyttö unen tarkkailussa unipolygrafiaan verrattuna on sujuvaa, mutta ei luotettavaa. Katsauksen mukaan kiihtyvyysanturin avulla ranteesta mitattava liikkeentunnistus on herkkä, mutta unen seurantaan epätarkka; laitteet usein joko yli, tai aliarvioivat unen kokonaisajan tai unen aikaisen hereilläoloajan, eli unen häiriöt.

Niin kuin aikaisemmin luvussa 3 todettiin, unihäiriöt diagnosoidaan kliinisesti käyttämällä aktigrafiaa, yöpolygrafiaa, tai laajimmillaan unipolygrafiaa [Partinen, 2015]. Unipolygrafia vaatii kuitenkin unilaboratorion, koulutetun henkilökunnan ja erityisiä, kalliita ja monimutkaisia laitteita.

Yksilön kyvyn itsearvioida unihäiriöiden tasoa on todettu olevan heikko. Tämä vaikeuttaa yksilön arviota potentiaalisen riittämättömän unen vaikutuksesta suoritustakykyyn. Tutkimukset ovat osoittaneet, että objektiivinen suoritustakyky on riippuvainen unesta; mitä suurempi univaje, sitä suurempaa suoritustakyvyn heikkenemistä voidaan havaita. [Simpson et al., 2017] Myös Härmän ja Sallinen [2004] ovat samoilla linjoilla; nukkujan oma kokemus nukutusta ajasta ei usein vastaa mittausten antamaa kuvaa. Kenties juuri tästä syystä unen tarkkailuun suunnitellut sovellukset ovat kasvattaneet suosiotaan viime vuosina.

Tällä hetkellä markkinoilla on tarjolla useita unen seurantaan kehitettyjä sovelluksia ja niitä käytetään laajasti [Lee-Tobin et al., 2017; Fino et al., 2019]. Huolestuttavaa kuitenkin on, että vain harvojen sovellusten tarjoamien tietojen ja palautteen paikkansapitävyyttä on arvioitu empiiriseen tutkimukseen perustuen [Lee-Tobin et al., 2017; Choi

et al., 2018]. Aniharva sovellus on arvioitu onnistuneesti unipolygrafiaan ja/tai liikeaktiiviteettirekisteröintiin, eli aktigrafiaan perustuen [Fino et al., 2019].

Koska unta tarkkailevat sovellukset ovat levinneet laajalle, tulisi sovellusten käytettävyys, saavutettavuus sekä erityisesti niiden vaikuttavuus arvioida mahdollisimman perusteellisesti. Ilman yksinkertaista ja helposti käytettävää käyttöliittymää ja selkeitä ohjeita, kuluttajilla tulee olemaan hankaluuksia sovellusten käytössä. Toisaalta sovelluksen antamalla palautteella saattaa olla suurikin vaikutus käyttäjään niin psyykkisesti kuin fyysisestikin.

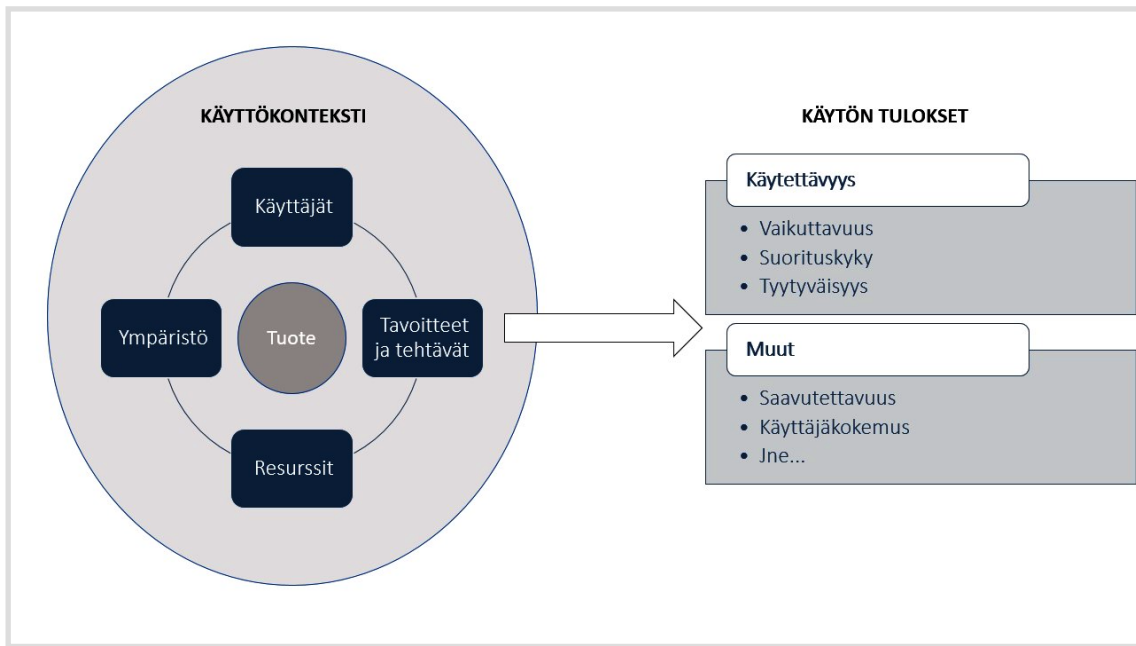
Unisovellukset on suunnattu laajalle käyttäjäryhmälle; eri ikäluokat, fyysiset rajoitteet ja tekniikan ymmärrys hankaloittavat suunnittelua. Siksi suunnittelijoiden ja kehittäjien tulisi tarjota erilaisia asetuksia käyttöliittymiin laajan asiakaskunnan tyydyttämiseksi. Esimerkiksi ääniohjaus tietojen syöttämiseen ja/tai hakemiseen voivat tehdä sovelluksesta käyttökelpoisemman niille, joilla on motorisia rajoitteita. [Choi et al., 2018]

Tällä hetkellä konkreettiset ohjenuorat tai standardit, sekä säännöstely puuttuvat unta tarkkailevien sovellusten kehityksestä. Tulevassa tutkimuksessa tulisi keskittyä sovellusten tehokkuuden testaamiseen ja osoittaa sovelluksen vaikutus käyttäytymiseen suhteessa unen laadun paranemiseen [Choi et al., 2018]. Vaikka unen tärkeys on hiljalleen tunnistettu ja kaupalliset teknologiat yleistyvät nopeasti, ei tähän tarkoitukseen kehitettyjä teknologioita juurikaan ole validoitu [Khosla et al., 2018].

Tämän tutkielman tavoitteena tuottaa suuntaviivat sille, millaista palautetta unesta kannattaisi CrossFit-urheilijalle antaa. Ohjenuorien suunnittelun tukena käytettiin ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen avainkäsitteitä, joilla tässä tutkielmassa tarkoitetaan käytettävyyden, käyttäjäkokemuksen ja heuristisen arvioinnin periaatteita. Käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen suunnittelun tavoitteena on kannustaa ja nostaa esiin positiivisia tunteita käytön aikana, sekä minimoida negatiiviset tunteet käytettävästä tuotteesta. Heuristisen arvioinnin tavoitteena puolestaan on tunnistaa näihin liittyvät ongelmat. Nämä käsitteet on avattu tarkemmin seuraavissa luvuissa 5.1. ja 5.2.

## **5.1. Käytettävyys**

Käytettävyys on yksi ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen ydinkäsitteistä. Kansainvälinen standardoimisliitto määrittelee käytettävyyden standardissa ISO 9241-11 seuraavasti: ”Vaikuttavuus, suorituskky ja tyytyväisyys, jolla määrin tietyt käyttäjät voivat käyttää järjestelmää, tuotetta tai palvelua saavuttaakseen määritellyt tavoitteet määritellyssä käyttöympäristössä.”



Kuva 3: Käytettävyys [ISO 9241-11]

Yllä oleva kuva 3 kuvaa mielenkiinnon kohteena olevaa järjestelmän, tuotteen tai palvelun käyttöä. Kuva on lainattu ja käännetty ISO 9241-11 standardista. Tuotteen käyttökonteksti koostuu käyttäjistä, tavoitteista ja tehtävistä, resursseista ja ympäristöstä. Käytettävyys on järjestelmän käytön tulosta ja koostuu vaikuttavuudesta, suorituskyvystä ja tyytyväisyydestä. Pelkän käytettävyyden lisäksi tuotteen suunnittelussa on otettava huomioon muitakin asioita, kuten esimerkiksi saavutettavuus, käytöstä aiheutuvien haittojen välttäminen ja käyttäjäkokemus. Nämä osa-alueet ovat usein vuorovaikutuksessa keskenään. Huono käytettävyys johtaa usein huonoon käyttäjäkokemukseen.

Saman tuotteen käyttö voi johtaa erilaisiin käytettävyyden tasoihin tavoitteista, käyttäjätyypeistä ja muista käyttökontekstin komponenteista riippuen. Käytettävyyden arvioinnissa huomioitavia tekijöitä ovat muun muassa käyttäjien henkilökohtaiset ominaisuudet, kyvyt ja muut yksilölliset erot, sekä suoritettavat tehtävät. Käytettävyys on riippuvainen fyysisestä, sosiaalisesta, kulttuurisesta ja organisatorisesta ympäristöstä. Näistä syistä johtuen tuotteen käytettävyydelle ei ole olemassa yksiselitteistä mittaria, vaan käytettävyyden taso on aina riippuvainen edellä mainituista seikoista. [ISO 9241-11]

## 5.2. Käyttäjäkokemus

Toinen ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen avainkäsitteistä on käyttäjäkokemus (User Experience, UX). Käyttäjäkokemus on laaja käsite, eikä sitä ole vuosien varrella pystytty määrittelemään täysin yhtenevästi. Käytettävyys ja käyttäjäkokemus

sekoitetaan toisiinsa yhä useasti. ISO 9241-11 -standardi [2018] kiteyttää eron lyhyesti näin: käyttäjäkokemus käsittelee tyypillisesti käyttäjäryhmän yhteisiä tavoitteita, käyttäjäkokemus puolestaan korostaa enemmän yksilön tavoitteita.

Kansainvälisen standardoimisjärjestön mukaan [ISO 9241-210:2019] käyttäjäkokemus on henkilön käyttämän tuotteen käytöstä aiheutuvia käsityksiä ja reaktioita. Käyttäjäkokemus sisältää kaikki käyttäjän tunteet, uskomukset, mieltymykset, käsitykset, fyysiset ja psyykkiset reaktiot, käyttäytymisen ja saavutukset, jotka ilmaantuvat tuotteen käytön aikana, sitä ennen, tai käytön jälkeen. Käyttäjäkokemus on seurausta tuotteen esittelystä ja brändäyksestä syntyneistä mielikuvista, tuotteen toiminnallisuudesta, suorituskyvystä, tuotteen sisältämästä vuorovaikutuksesta ja avustavista ominaisuuksista. Käyttäjäkokemukseen, niin kuin käytettävyyteenkin, vaikuttavat myös käyttäjän yksilölliset ominaisuudet, aikaisemmat kokemukset, taidot, kyvyt ja koko persoonallisuus, sekä käyttökonteksti. [ISO 9241-210:2019]

Käyttäjäkokemuksen suunnittelun tavoitteena on kannustaa ja nostaa esiin positiivisia tunteita ja minimoida negatiiviset tunteet käytettävästä tuotteesta. Toisin kuin käytettävyydestä, käyttäjäkokemustavoitteet ovat subjektiivisia ominaisuuksia. [Punchoojit, 2017] Tämän vuoksi käyttäjäkokemuksen määrittely ja mittaaminen on käytettävyyttä huomattavasti monimutkaisempaa.

### **5.2.1. Heuristiikat käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen arviointimenetelmänä**

ISO 9241-11 -standardin [2019] mukaan käyttäjäkeskeisellä suunnittelulla tarkoitetaan lähestymistapaa, jonka tavoitteena on tehdä interaktiivisista järjestelmistä mahdollisimman käyttökelpoisia ja hyödyllisiä käyttäjän tarpeisiin ja vaatimuksiin keskittymällä, sekä huomioimalla ihmisen luontaiset ominaisuudet, ergonomia ja käytettävyyden periaatteet. Tämä lähestymistapa parantaa tuotteen vaikuttavuutta ja tehokkuutta, käyttäjän tyytyväisyyttä, saavutettavuutta ja tukee näin kestävästä kehityksestä ja ihmisten hyvinvointia. Vastaavasti lähestymistapa torjuu käytön mahdollisia haitallisia vaikutuksia ihmisten terveyteen, turvallisuuteen ja suorituskykyyn. [ISO 9241-210, 2019]

Käytettävyys ja käyttäjäkokemus kulkevat yhdessä ja niiden arviointiin käytetyt menetelmät ovat osaltaan osa käyttäjäkeskeistä suunnittelua. Käsitteinä käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen välinen raja on häilyvä ja voidaankin ajatella, että hyvä käytettävyys edistää hyvää käyttäjäkokemusta. Siksi käyttäjäkokemuksen kehittämisessä ja arvioinnissa voidaan osittain soveltaa käytettävyyden arviointiin kehitettyjä menetelmiä.

Onnistunut tuotekehitys vaatii syvällistä ymmärrystä teknologiasta, sen käyttökontekstista, sekä sitä käyttävien käyttäjien tarpeista. Heuristinen arvionti on yksi kustannustehokas keino pyrkiä tunnistamaan jo prototyyppivaiheessa tuotteen mahdollisia



kompastuskiviä. Tässä menetelmässä joukko asiantuntijoita tarkastaa tuotteen heuristiikkoihin perustuen käytettävyyss- tai käyttäjäkokemusongelmien tunnistamiseksi. Heuristiikkaan perustuen ongelmat tunnistetaan ja niiden vakavuus arvioidaan. [Quiñones & Rusu, 2019]

Nielsenin kymmenen heuristiikkaa [Nielsen, 1994] ovat kenties käytetyin heuristisen arvioinnin perusta. Nielsenin heuristiikat ovat vapaasti suomennettuna seuraavat:

1. *Järjestelmän tilan näkyvyys*: Järjestelmän tulee pitää käyttäjä tietoisena siitä mitä on tapahtumassa. Järjestelmän tulee antaa kohtuullisessa ajassa asianmukaista palautetta.
2. *Järjestelmän ja reaali maailman yhdenmukaisuus*: Järjestelmän tulee puhua käyttäjän kieltä, eli käyttää toteutukseen liittyvien ilmaisujen sijasta sanoja, lauseita ja käsitteitä, jotka ovat käyttäjälle tuttuja. Noudata reaali maailman käytäntöjä ja esitä informaatio luonnollisessa ja loogisessa järjestyksessä.
3. *Käyttäjän valta ja vapaus*: Käyttäjät valitsevat toimintoja usein vahingossa ja tarvitsevat selvästi merkityn "hätauloskäynnin", jonka avulla ei-toivotusta tilasta pääsee pois ilman pitkää dialogia. Tue undo- ja redo-toimintoja.
4. *Johdonmukaisuus ja standardit*: Käyttäjien ei tulisi joutua ihmettelemään sitä, viitataanko järjestelmän eri termeillä samaan asiaan tai toimintoon. Noudata toteutusympäristön vakiintuneita käytäntöjä mikäli mahdollista.
5. *Virheiden torjunta*: Hyviä virheilmoituksia tärkeämpää on huolellinen suunnittelu, jonka avulla jo ongelman syntyminen voidaan estää.
6. *Tunnistaminen, ei muistaminen*: Tee kohteista, toiminnoista ja vaihtoehtoista näkyviä. Käyttäjän ei pitäisi joutua muistamaan informaatiota käyttöliittymän osasta toiseen siirryttäessä. Järjestelmän käyttöohjeiden tulisi olla näkyviä tai tarvittaessa helposti saatavia.
7. *Käytön joustavuus ja tehokkuus*: Oikopolkuvalinnat – joita aloitteleva käyttäjä ei edes huomaa – voivat tehostaa kokeneiden käyttäjien työtä niin, että järjestelmä sopii sekä kokemattomille että kokeneille käyttäjille. Anna käyttäjien räätälöidä usein toistuvia toimenpiteitä.
8. *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu*: Käyttöliittymän ei pitäisi sisältää informaatiota, joka on asiaankuulumatonta tai jota tarvitaan harvoin. Jokainen ylimääräinen turha tieto kilpailee huomiosta oleellisen tiedon kanssa ja heikentää eri osien suhteellista erottuvuutta.
9. *Käyttäjän avustaminen virheiden tunnistuksessa, selvityksessä, ja niistä toipumisessa*: Virheilmoitukset tulisi esittää luonnollisella kielellä selkeästi ja niiden tulisi kuvata ongelma täsmällisesti ja tehdä rakentava ehdotus tilanteen korjaamiseksi.

10. *Opasteet ja dokumentit*: Vaikkakin on parempi, jos järjestelmää voi käyttää ilman ohjekirjoja, saattaa olla välttämätöntä tarjota käyttäjille opastusta ja oppaita. Tiedon etsinnän opasteista ja oppaista tulisi käydä helposti. Sisällön tulisi keskittyä käyttäjän tehtäviin, luetella konkreettisia toimintaketjuja, ja olla laajuudeltaan kohtuullinen.

Näitä heuristiikkoja tullaan myöhemmin hyödyntämään ohjenuorien suunnittelussa luvussa 7.

### **5.3. Puettava teknologia CrossFit -urheilussa**

Mobiililaitteiden käyttö kuvastaa hyvin ihmisen ja tietokoneen välistä vuorovaikutusta, sillä sitä tapahtuu koko ajan kaikkialla. Mobiilikäyttöliittymien suunnittelun ja vuorovaikutuksen haasteet ovat muuttuneet paljon viime vuosikymmenten aikana; siinä missä vielä muutama kymmentä vuotta sitten käytettävyyssongelmat liittyivät laitteen fyysiseen kokoon, nykyään keskitytään multimodaaliseen käyttäjäkokemussuunnitteluun. [Punchoojit, 2017]

Monroe ja kumppanit [2015] tutkivat katsauksessaan mobiilisovellusten käytettävyyttä fyysisen aktiivisuuden tarkkailussa. Katsauksen tuloksena voitiin todeta, että monia älypuhelinominaisuuksia on käytetty fyysisen aktiivisuuden tarkkailuun monella eri tavalla. Tutkijoiden mukaan älypuhelimissa on suuri potentiaali juuri tämän tyyppisten sovellusten alustaksi, sillä älypuhelin on laajasti hyväksytty ja käytössä monessa eri käyttäjäryhmässä. Toisaalta tämä voi osoittautua myös haasteeksi käyttäjäryhmän ollessa hyvin laaja.

CrossFit on uusi laji, ja vain harvalla on mahdollisuus harrastaa lajia ammattilaistasolla. Useimmat Suomen kovakuntoisimmistakin CrossFit-urheilijoista käyvät täysipäiväisesti töissä kilpailemisen ohella, tavallisista harrastajista puhumattakaan. Lajiin kuuluu vahvasti kilpailuhenkisyys. Erityisesti tästä syystä aktiivisuutta tulee olla mahdollista seurata läpi vuorokauden — muuten palautetta ei voida antaa kattavasti ja kokonaiskuva jää puuttumaan. Ainoastaan kokonaiskuormitusta tarkkailemalla voidaan arvioida, onko palautuminen ollut riittävää. Tästä johtuen urheilijan unen tarkkailun tulisi onnistua samalla laitteella, jolla muukin päivän aktiivisuus mitataan, tai tietojen tulisi vähintään olla synkronoitavissa eri teknologioiden ja laitteiden välillä.

Seuraavassa käydään läpi lyhyesti kaksi erilaista unen mittaamisen ja analyysin mahdollistavaa teknologiaa. Nämä esimerkit valikoituivat tähän tutkielmaan CrossFit-yhteisössä käytyjen keskustelujen perusteella. Huomioitavaa on, että CrossFit-yhteisössä on kuitenkin käytössä useita erilaisia sovelluksia ja seuraavat ratkaisut ovat näistä vain esimerkkejä.

### 5.3.1. ÖURA

CrossFit-harrastajien keskuudessa unta tarkkaillaan monien erilaisten puettavien rannekkeiden ja väiden avulla. Yksi käytetyistä teknologioista on Oura-sormus. Sormuksen on kehittänyt suomalainen, vuonna 2013 perustettu Oura Health Oy [[www.ouraring.com](http://www.ouraring.com)].

Oura-sormus on kaupallisesti saatavilla oleva unta tarkkaileva laite, joka mittaa ja käsittelee käyttäjiensä biosignaaleja. Sormukset ovat vedenpitäviä, keraamisia ja ne toimivat yhdessä oman mobiilisovelluksen kanssa. Tieto liikkuu mobiilisovelluksen ja sormuksen välillä automaattisesti Bluetooth-yhteyden välityksellä. [de Zambotti et al., 2019]

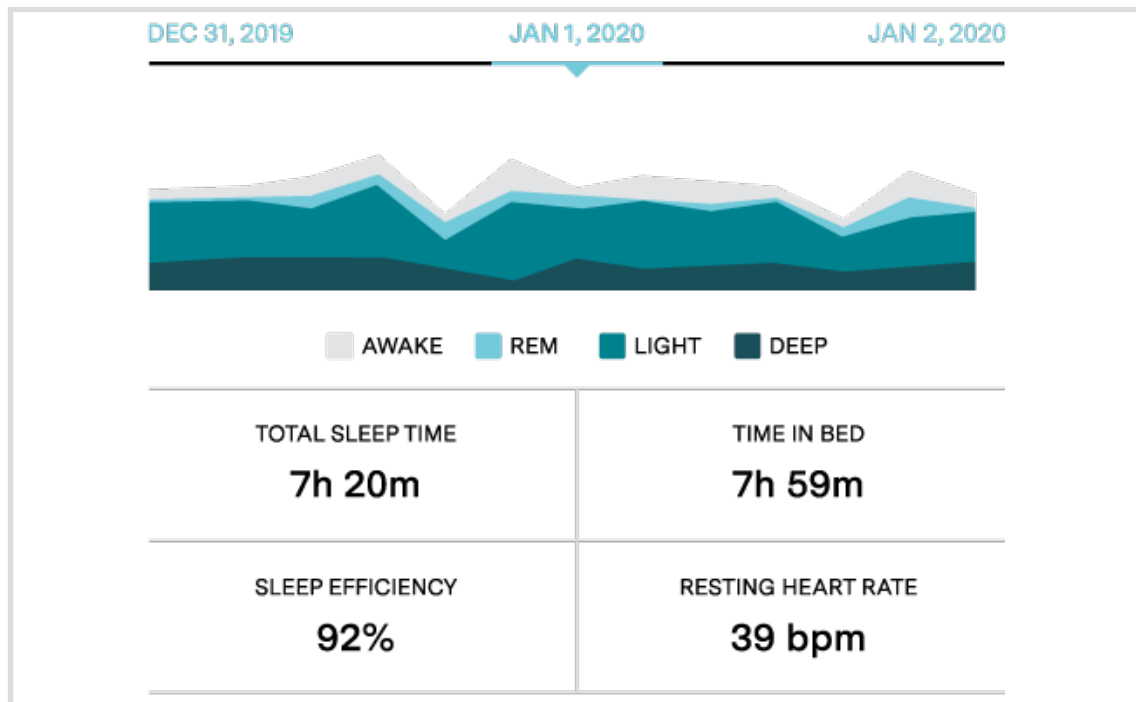
Oura tuottaa mittausten perusteella kolme yksinkertaista pistemäärää: valmius-, palautumis- ja aktiivisuuspisteet. Tulosten luomiseksi Oura asettaa etusijalle yön mitaukset, jotka ovat [ouraring.com](http://ouraring.com) -verkkosivuston mukaan tärkeimpiä indikaattoreita kehon tilasta. Sivuston mukaan yöaika on paras tilaisuus saada tarkka kuvaus käyttäjän yleisestä hyvinvoinnista, kehon ollessa tasaisemmassa tilassa kuin päivällä. [[www.ouraring.com](http://www.ouraring.com)]

Oura-sormuksen algoritmeja on validoitu unipolygrafiaan verraten [de Zambotti et al., 2019]. Tulokset olivat de Zambottin ja kumppanien tutkimuksessa lupaavia, mutta lisää empiiristä tutkimusta tarvitaan, jotta tulosten luotettavuus paranisi ja jotta tuloksista voisi tehdä yleistyksiä.



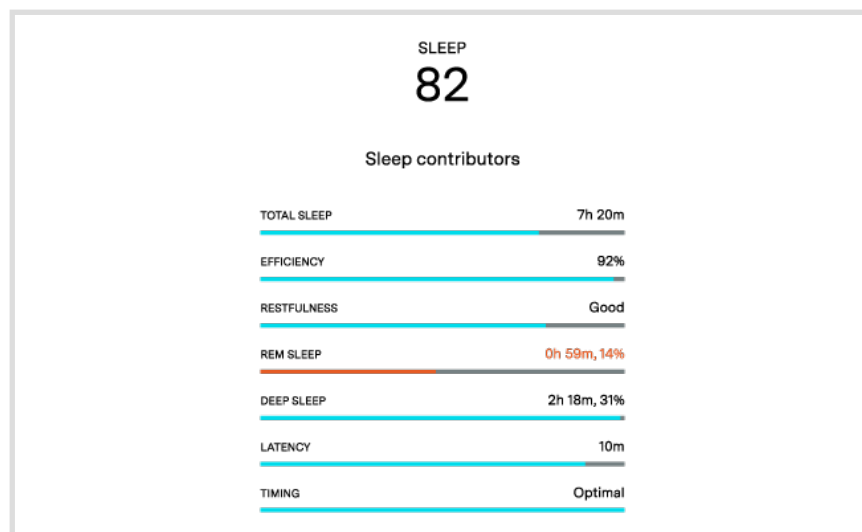
Kuva 4: Oura-älysormus ja mobiilisovellus. Oura antaa palautetta käyttäjälle mm. pisteyttämällä unen. [Lainattu: [www.ouraring.com](http://www.ouraring.com)]

Unen ajalta Oura mittaa leposykettä, sykevälivaihtelua, hengitystiheyttä, kehon lämpötilan vaihtelua, sekä liikettä. Hienostuneilla koneoppimismenetelmillä Oura väittää voivansa automaattisesti tunnistaa unen vaiheet (valve, kevyt-, syvä- ja vilkeuni), tunnistaa nukahtamis- ja heräämisajan, sekä antaa palautetta unen laadusta. Tästä palautteesta on esimerkki kuvassa 5. Lisäksi Oura kertoo tunnistavansa unen aikaisen levottomuuden ja opastaa ihanteellisen nukkumaanmenoajan. [www.ouraring.com]



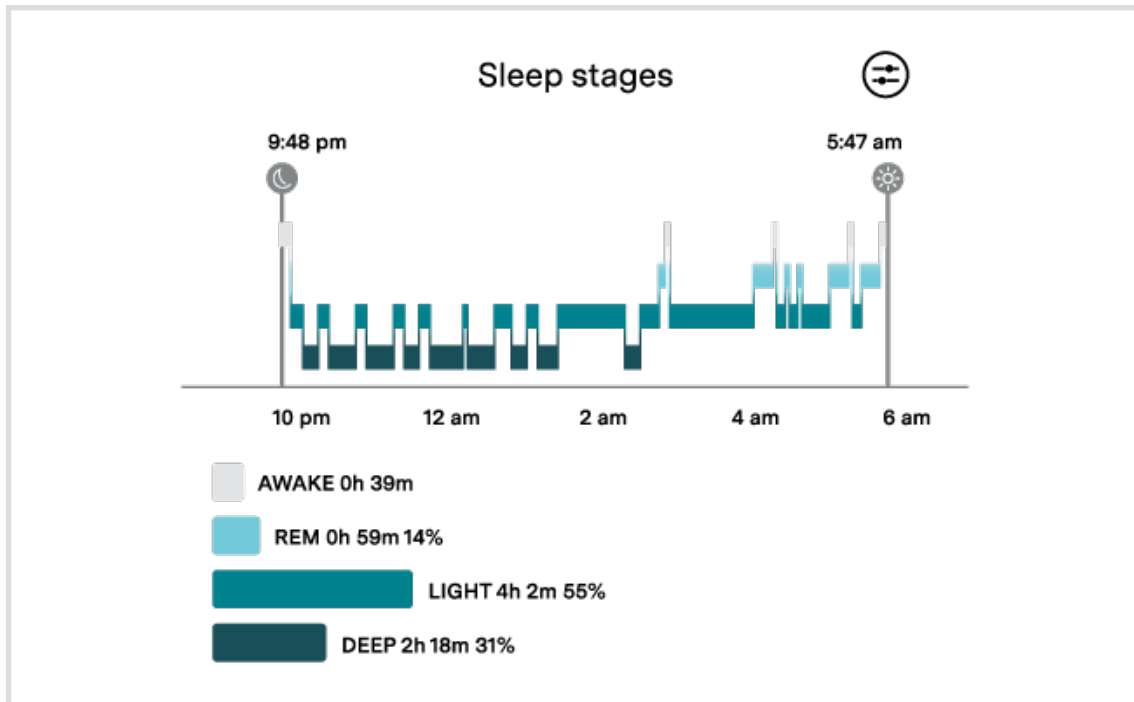
Kuva 5: Oura-sovelluksen unipalautetta. [Lainattu: www.ouraring.com]

Ouran unen laadun mittareista koostettu pistemäärä perustuu seitsemään mittariin: unen kestoon, tehokkuuteen, rauhallisuuteen, syvän, sekä vilkeunen määrään, nukahtamisviiveeseen, ja unen ajoitukseen. Esimerkki palautteesta kuvassa 6.

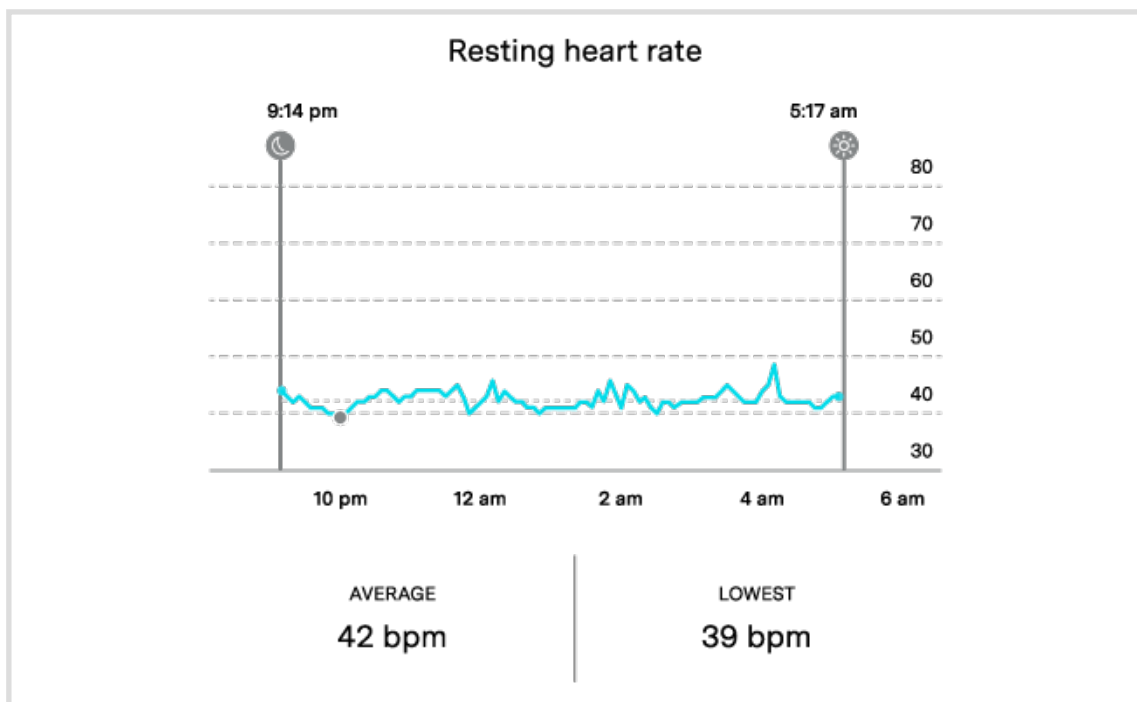


Kuva 6: Ouran unipisteytys. [Lainattu: www.ouraring.com]

Lisäksi Oura koostaa univaiheista tiivistelmän (kuva 7), sekä kuvaa leposykekäyrän (kuva 8).



Kuva 7: Palaute univaiheista Oura-sovelluksessa. [Lainattu: [www.ouraring.com](http://www.ouraring.com)]



Kuva 8: Palaute leposykkeestä Oura-sovelluksessa. [Lainattu: [www.ouraring.com](http://www.ouraring.com)]

CrossFit-urheilijan näkökulmasta kenties suurin Ouran ongelmista on itse sormus; sormusta ei usein voi pitää sormessa suorituksen aikana. Urheilusuorituksen vaikutukset jäävät siten seurannan ulkopuolelle, eikä laite näin ollen voi antaa kattavaa palautetta palautumisesta. Tästä johtuen laite ei myöskään voi ymmärtää tietyn tyyppisen urheilusuorituksen vaikutuksia uneen, jonka kuvantaminen olisi urheilijalle tärkeää. Oura on sittemmin kehittänyt tietojen synkronointimahdollisuuden Apple Health ja Google Fit -palveluihin, joka mahdollistaa ainakin jonkinlaisen tietojen yhdistämisen eri laitteiden välillä.

### 5.3.2. WHOOP

Yksi CrossFit-harrastajien keskuudessa suositaan nostaneista sovelluksista on palvelu nimeltä WHOOP. WHOOP mittaa unta, palautumista ja kokonaisrasitusta puettavan remmin avulla. Palautteen käyttäjä saa Oura-sovelluksen tapaan älypuhelinsovelluksensa kautta.

Puettavassa WHOOP-remmissä on kolmiakselinen kiihtyvyysanturi, kolmiakselinen gyroskooppi, sekä PPG-sykesensori. WHOOP mittaa myös kapasitiivista kosketusta ja lämpötilaa, mutta ei käytä kyseisten antureiden tietoja unialgoritmissaan. [www.whoop.com]

Uneen liittyen WHOOP mittaa ja analysoi hengitystiheyttä, leposykettä sekä sykevälivaihtelua, ja antaa näihin perustuen palautetta unen laadusta. Ouran tapaan käyttäjä saa palautteen leposykkeestä, unen kestosta, tehokkuudesta, univaiheiden kestosta, nukahtamisviiveestä, sekä rauhallisuudesta (häiriöiden määrä). Esimerkki WHOOP-unipalautteesta on esitetty alla olevassa kuvassa 9.



Kuva 9: Kuvakaappaus WHOOP-sovelluksen unipalautteesta.

CrossFit-urheilijan näkökulmasta ranneke tai remmi on sormusta parempi mittausväline. Kellot ja rannekkeet ovat kuitenkin CrossFit-harrastajalle hieman ongelmallisia, sillä ranteet ovat usein kontaktissa esimerkiksi voimistelurenkaiseen ja -telineisiin, jolloin laitteen käyttäminen on hankalaa tai jopa mahdotonta. Lisäksi rannesykemittaus ei ole tutkitusti ole luotettava toiminnallisessa, korkeaintensiteettisessä lajissa. Tätä väitettä tukee hiljattain julkaistu Müllerin ja kumppanien toteuttama validointitutkimus [2019], jossa tutkittiin rannesykemittauksen tarkkuutta niin laboratoriossa, kuin sen ulkopuolellakin. Tutkimuksen tulokset viittaavat harjoituksen intensiteetillä ja mittauksen virheellä olevan lineaarinen suhde. Spierer ja kumppanit [2015] ehdottivat, että virhe kasvaa intensiteetin kasvaessa, koska liikkeen määrä lisääntyy. Tämä taas aiheuttaa enemmän häiriöitä sykesensorin toimintaan. Näin ollen rannesykesensori soveltuukin kenties parhaiten ainoastaan unen aikaiseen sykkeen seurantaan, jolloin liike on lähtökohtaisesti vähäistä ja virhe täten pienenee.

#### **5.4. Yhteenveto**

Älypuhelimet yhdistettävine sensoreineen ja suurine laskentatehoineen tarjoavat otollisen alustan unianalyysille. Puettavien tuotteiden suunnittelussa käytettävyys ja käyttäjäkokemus ovat tärkeässä roolissa, jotta käyttäjien olisi mahdollista tulkita, ymmärtää, motivoitua ja muuttaa toimintaansa saamiensa biosignaalien siivittämänä.

Yksi käytettävyyden ja käyttäjäkokemuksen arviointiin käytetty menetelmä on heuristinen arvio, jonka pohjana useimmiten toimivat Nielsenin kymmenen heuristiikkaa [Nielsen, 1994]

Unta tarkkailevat, kuluttajamarkkinoille suunnitellut teknologiat ovat kuitenkin suhteellisen tuore innovaatio, eikä niitä vielä ole validoitu hyvin. Siksi on huomattava, että näiden teknologioiden käyttö unen analysoimiseen on unipolygrafiaan verrattuna sujuvaa, mutta ei luotettavaa. Muutamia validointitutkimuksia (unipolygrafiaan verraten) on tehty [mm. De Zambotti et al., 2019; Fino et al., 2019], mutta yleistyksiä ei muutaman tutkimuksen perusteella voi vielä tehdä.

CrossFit-harrastajalle on tärkeää, että unta analysoiva teknologia huomioi päivällä tapahtuvan aktiivisuuden, jotta aktiivisuuden ja unen välille on mahdollista muodostaa syy-yhteyksiä. Ihanteellisin puettava laite CrossFit-urheilijalle olisi sellainen, jonka sijainti on sovellettavissa tilanteen mukaan.

CrossFit-harrastajien keskuudessa on käytössä monia unta analysoivia sovelluksia, kuten esimerkiksi ŌURA ja WHOOP. Sovellukset tarkkailevat biosignaaleja, joista ne koostavat unen keston, tehokkuuteen, rauhallisuuteen, univaiheisiin, nukahtamisviiveeseen, ja unen ajoitukseen perustuvan palautteen. Sovellusten algoritmit ovat erilaisia, eikä niitä ole tämän kirjallisuuskatsauksen valossa validoitu riittävällä uskot-

tavuudella. Algoritmien toimintaa unipolygrafiitutkimukseen vertaavia validointitutkimuksia tarvitaan, jotta ratkaisumallien tarkkuudesta ja luotettavuudesta voidaan tehdä yleistyksiä. Sovellusten vaikuttavuutta tulisi myös arvioida esimerkiksi sovellusten käytettävyyttä ja käyttäjäkokemusta tarkastelemalla. Nämä tutkimukset toimisivat osaltaan laadunvarmistajina, nostaen esille ainakin suurimmat käytettävyyssongelmat. Niin algoritmien validoinnin, kuin käyttäjä tutkimuksenkin vajavuuden vuoksi, sovellusten unianalyysipalautteeseen tulee suhtautua varauksella.



## **6. Vaikuttava suunnittelu**

Tässä luvussa käsitellään vaikuttavan suunnittelun keinoja tarkoituksena pohjustaa selvitystä siitä, kannattaako näitä keinoja soveltaa unianalyysisovelluksiin.

Tietokoneet pystyvät prosessoimaan, kuvantamaan ja suodattamaan valtavia määriä tietoa. Ihmisiin verrattuna koneet ovat luotettavampia ja tarjoavat paremman anonymiteetin. Tietokoneilla on myös ihmisiä parempi kyky ylläpitää korkeaa vuorovaikutustasoa, sekä säätää vuorovaikutustaktiikoita tilanteeseen sopivaksi. Näin tietokoneet pystyvät vaikuttamaan käyttäytymiseemme tehokkaammin, kuin toinen ihminen pystyisi. [Fogg, 2003]

Käyttäytymiseen tai asenteisiin vaikuttamaan pyrkivän tekniikan käyttö on lisääntynyt viime vuosina etenkin terveyden ja henkilökohtaisen hyvinvoinnin alueilla. Teknologian ja tietojärjestelmien kehityksessä on saavutettu piste, jossa vaikuttamiseen suunnittelut järjestelmät toimivat sujuvasti ja hienovaraisesti päivittäin mukana kantamissamme laitteissa. [Oinas-Kukkonen & Harjuma, 2009; Tikka & Oinas-Kukkonen, 2019]

Tikan ja Oinas-Kukkosen mukaan [2019] vaikuttamaan pyrkivien järjestelmien personointi on tärkeä osa järjestelmien suunnittelua, mutta tietämättä tarpeeksi kontekstista tai viestin vastaanottavasta henkilöstä, on tehokas kustomointi hankalaa. Kannustaakseen henkilöä toiminnan muutokseen, tulisi suunnittelijan ensin olla selvillä siitä mikä henkilöä alkujaan motivoi. Parhaat tavoitteet ovat sellaisia, jotka ovat käyttäjälle henkilökohtaisesti arvokkaita (sisäinen motivaatio), ei siis sellaiset, jotka asetetaan muiden toimesta (ulkoinen motivaatio). Tämän näkemyksen mukaan vaikuttaa siis järkevältä ottaa käyttäjän henkilökohtaiset arvot hyvin huomioon käyttäjän motivoinnissa.

Seuraavassa luvussa 6.1. perehdytään itseohjautuvuusteoriaan, joka on yksi käytetyimmistä vaikuttavan suunnittelun perustoista. Tämän jälkeen tarkastellaan itseohjautuvuusteorian pohjalta johdettua suunnitteluteoriaa (PSD) luvussa 6.2.

### **6.1. Itseohjautuvuusteoria (SDT)**

Itseohjautuvuusteoria (Self Determination Theory, SDT) on yksi maailman suosituimpia ja käytetyimpiä teorioita ihmisen käyttäytymisestä ja persoonallisuuden kehityksestä [Ryan & Deci, 2017]. Asimakopoulouksen ja kumppanien mukaan [2017] itseohjautuvuusteoria on sopiva kehys motivoivaan suunnitteluun liittyvien tietojen keräämiseen ja arviointiin. Itseohjautuvuusteoriassa terveen kehityksen ja toiminnan perustarpeet määritellään käyttämällä omaehtoisuuden, kyvykkyyden ja yhteisöllisyyden käsitteitä. Sikäli kun nämä tarpeet ovat tyydytettynä, ihmiset voivat hyvin, kehittyvät ja toimivat tehokkaasti. Jos nämä perustarpeet puolestaan jäävät tyydyttymättä, ihmiset turhautuvat

ja tuloksena on todennäköisemmin pahoinvointia ja muuta hyvinvoinnille epäoptimaalia toimintaa. [Ryan & Deci, 2017]

Itseohjautuvuusteoria pitää sisällään kuusi alateoriaa, joista jokainen on kehitetty selittämään joukkoa motivaatiopohjaisia ilmiöitä, jotka on havaittu laboratorio- ja kenttätutkimuksissa. Siksi kukin näistä alateorioista käsittää yhden näkökulman motivaation tai persoonallisuuden toimintaan. Alateoriat ovat:

- 1) Cognitive Evaluation Theory, CET
- 2) Organismic Integration Theory, OIT
- 3) Causality Orientation Theory, COT
- 4) Basic Psychological Needs Theory, BPNT
- 5) Goal Contents Theory, GCT
- 6) Relationships Motivation Theory, RMT

Itseohjautuvuusteoria perustuu ajatukseen *sisäisestä* ja *ulkoisesta motivaatiosta*. Teorian mukaan ei ole vain erilaisia motivaation tasoja, vaan on myös erilaisia motivaation suuntia. On pyrittävä tukemaan yksilön luontaisia taipumuksia toimia tehokkaasti ja terveellisesti, sekä yritettävä siirtää samalla ulkoinen motivaatio myös kohti tällaista edullisempaa käytöstä. [Ryan & Deci, 2017]

### **6.1.1. Sisäinen ja ulkoinen motivaatio**

Kenties mikään yksittäinen ilmiö ei kuvasta niin hyvin ihmisluonnon positiivista potentiaalia, kuin sisäinen motivaatio. Sillä tarkoitetaan ihmisen luontaista taipumusta etsiä uusia haasteita, laajentaa ja käyttää kykyjään, tutkia ja oppia. Ihmisen luontaisesta sisäisestä motivaatiosta huolimatta on todistettu, että tämän motivaation ylläpitäminen ja vahvistaminen vaatii tukemista, sillä se voidaan melko helposti tukahduttaa erilaisilla heikentävillä olosuhteilla. [Ryan & Deci, 2000]

Itseohjautuvuusteorian mukaan on mahdollista motivoitua karkeasti kahdella tavalla: joko sisäisen tai ulkoisen motivaation laukaisemana. Sisäinen motivaatio on proaktiivista, kun taas ulkoinen motivaatio on reaktiivista. Tämän vuoksi sisäisen motivaation ajamat tehtävät eivät kuormita samalla tapaa, kuin ulkoisesti motivoitu tekeminen. [Martela & Jarenko, 2014] Taulukossa 1 on kuvattuna sisäisen ja ulkoisen motivaation ominaisuuksia.

Ulkoinen motivaatio	Sisäinen motivaatio
Reaktiivista	Proaktiivista
Ulkoiset palkkiot ja rangaistukset	Sisäinen innostus tekemiseen
Kaventaa näkökulmaa	Laajentaa näkökulmaa
Negatiiviselta suojautuminen	Positiiviseen etsiytyminen
Kuluttavaa	Energisoivaa
Ihminen työntää itseään kohti tehtävää	Tekeminen vetää puoleensa
”Keppi ja porkkana”	”Leikki”

Taulukko 1: Ulkoisen ja sisäisen motivaation ominaisuuksia  
[Lainattu: Martela & Jarenko, 2014]

Suuri osa toiminnastamme ei kuitenkaan kumpua sisäisestä motivaatiostamme, vaan meitä motivoi halu saavuttaa jokin varsinaisesta tehtävästä irrallinen lopputulos. Ulkopuolelta motivoitu käyttäytyminen ei ole yksilölle henkilökohtaisesti mielenkiintoisia. Ryanin ja Decin [2000] mukaan ensisijainen kannustin tällaiselle toiminnalle on yhteisöllisyys, jolloin yksilöä motivoi halu kuulua johonkin.

### 6.1.2. Vapaaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteisöllisyys

Itseohjautuvuusteoriassa motivaatiotasoon vaikuttavat ihmisen psykologiset perustarpeet ovat vapaaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteisöllisyys. Koska kohonneella motivaatiotasolla on positiivinen vaikutus suorituskyykyyn, periksiantamattomuuteen ja luovuuteen, on se omiaan sitouttamaan meidät suoritettavaan tehtävään. Olisi siis suotavaa pyrkiä tyydyttämään nämä perustarpeet motivaation ylläpitämiseksi. [Ryan & Deci, 2017]

Yksi itseohjautuvuusteorian alateorioista on kognitiivisen arvioinnin teoria (Cognitive Evaluation Theory, CET). Tämä teoria mallintaa sitä, miten sosio-kontekstuaaliset tekijät tukevat tai tukahduttavat ihmisen omaehtoisuuden ja kyvykkyys tarpeita ja niiden yhteyttä sisäiseen motivaatioon. Kaikki lapset syntyvät uteliaiksi, jotta kognitiiviset ja sosiaaliset taidot kehittyisivät, eivätkä tarvitse palkitsemista oppiakseen. Iän myötä tämä kuitenkin muuttuu, kun alamme tuntea ulkoista painetta tai saamme tukea tai muuta palautetta joka voi joko tukea tai tukahduttaa sisäisen motivaatiomme. [Ryan & Deci, 2000]

Ryanin ja Decin mukaan [2000] luontaisen motivaation tukemisessa on yritettävä luoda ympäristö, jossa ihminen voi toimia vapaaehtoisuuteen perustuen. Fyysiset palkinnot, uhkailu, määräajat, arvioinnit ja määrättyt tavoitteet tukahduttavat sisäistä motivaatiota, sillä ne johtavat kohti syy-yhteyden katoamista. Vapaa tahto ja osaamisen tunne ovat tärkeät tekijät pyrittäessä kohti parempia tuloksia.

Vaikka kompetenssin ja vapaaehtoisuuden tukeminen on omiaan tukemaan sisäistä motivaatiota, liittyy yhteisöllisyys myös motivaatioon vahvasti. Yhteisöllisyyden vaikutusta tukee esimerkiksi tutkimus, jossa havaittiin oppilaiden motivaatiotason alentuneen, mikäli opettaja on kylmä ja välinpitämätön. [Ryan & Deci, 2000]

Yhteenvetona voidaan todeta, että CET-teorian mukaan sosiaalinen ympäristö voi joko tukea tai tukahduttaa ihmisen sisäistä motivaatiota. Sisäisen motivaation, vapaaehtoisuuden ja kyvykkyyden tarpeiden tyydyttämisen välillä on osoitettu selvä yhteys. On muistettava, että ihminen motivoituu toiminnasta, johon hänellä on sisäinen kiinnostus. Uudet, haasteelliset tai esteettistä arvoa tuovat toiminnot ovat vetovoimaisia. Huomionarvoista on myös, että CET-teoria ei ota kantaa toimintaan, joka ei alunperinkään sytytä sisäistä motivaatiota. [Ryan & Deci, 2000]

### **6.1.3. Terveyskäyttäytymisen tukeminen itseohjautuvuusteorian näkökulmasta**

Terveysten edistäminen on ihmiselle luontainen tavoite ja auttaa myös muiden tavoitteiden saavuttamisessa. Siitä huolimatta terveys usein uhraataan epäterveellisten elämäntapojen seurauksena — yksi tyypillisimmistä uhrauksista on unen laadusta tinkiminen. Motivaatiolla on kriittinen rooli niin terveellisten elintapojen edistämässä, kuin hoidon noudattamisessakin. [Ryan & Deci, 2017] Monet teoksessa ”Self-Determination Theory : Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness” [Ryan & Deci, 2017] tarkastellut tutkimukset osoittavat, että omaehtoisuuden tukeminen johtaa kohonneeseen sisäiseen motivaatioon. Tämä puolestaan johtaa moniin erilaisiin positiivisiin terveysvaikutuksiin. Myös vaihtoehtojen tarjoaminen on tärkeä osa sisäisen motivaation tukemista.

Asimakopoulous ja kumppanit [2017] pyrkivät käyttäjätutkimuksessaan ymmärtämään fyysistä aktiivisuutta seuraavien puettavien laitteiden monimutkaista ja kontekstiherkkää käyttäjäkokemusta. Tutkimuksessa painotettiin käyttäjän motivaation vaikutuksia ja koettua tehokkuutta käytön aikana itseohjautuvuusteoriaan nojaten. Tutkimuksen pohjalta laadittiin ryhmä suosituksia, eli heuristiikoita, aktiivisuutta mitaavien sovellusten ja laitteiden suunnittelun tueksi. Nämä heuristiikat ovat vapaasti suomennettuna seuraavat:

- 1) Personointi: anna käyttäjän päättää mikä on toivottavaa, tekemättä tarpeettomia rajoituksia, jotka estävät halutun lopputuloksen tai toiminnan.
- 2) Navigointi / syöte: Tarjoa lähtökohta mukauttamisominaisuuksille; osoita selkeästi yksittäisten toimintojen mukauttamisen vaihtoehdot. Navigointi- ja mukauttamisprosessin pelillistäminen on kriittistä.
- 3) Positiivinen palaute: Tuota palautetta siitä, onko motivaatio- tai tehokkuustaso muuttunut esimerkiksi itsearviointien ja kyselylomakkeiden avulla. Tarjoa uusia tavoitteita käyttäjän ilmoittaman tai järjestelmän määrittelemän mo-

tivaatiotason pohjalta. Aseta motivaatiolle ja tehokkuudelle rajat käyttäjän tukemiseksi heidän tomissaan ja tarpeissaan. Anna rakentavaa ja positiivista palautetta, sillä se motivoi.

- 4) Aktiviteetti-motivaatioanalyysi: Käyttäjät ilmaisivat haluavansa ominaisuuksia, joiden avulla he voisivat paremmin analysoida kerätyn tiedon ja käyttäytymisen välisiä suhteita, esimerkiksi unen tai ruokavalion ja korkean tai matalan motivaation välillä. Tämän avulla käyttäjät pystyvät luokittelemaan eri toiminnot motivaatioon ja tehokkuuteen perustuen, sekä tutkimaan käyttäytymismalleja, jotka motivoivat tai lisäävät suorituskyyä.
- 5) Kontekstitietoisuus: Elämäntapahtumien ja emotionaalisten tai sosiaalisten vuorovaikutusten tunnistaminen seurannan aikana voi olla tärkeä motivaatiota ja suorituskyyä edistävä tekijä. Tämä voi lisätä yhteisöllisyyden tunnetta ja parantaa sosiaalisuuden kokemusta, jonka tiedetään edistävän käyttäytymisen muutosta terveydenhuollossa.
- 6) Merkityksellisyys: Antamalla käyttäjille keinot tutkia kerättyjä tietoja suorituskyyyn ja kuntotason parantamiseksi, tulee käyttäjäkokemuksesta mielekkäämpi. Tulkittu tieto voi olla pelkästään hyödyllistä, mutta trendien ja mallien ymmärtäminen ja niiden sitominen “voittoiin” tai omiin tavoitteisiin voi parantaa suorituskyyä.
- 7) Pelillistäminen: Vahvista käyttäjän sisäistä motivaatiota pelielementtien ja pienten palkintojen avulla. Näin on mahdollista vastata käyttäjien omaehtoisuuteen, suorituskyyyn ja yhteisöllisyyteen liittyviin tarpeisiin, jotka tukevat sisäisen motivaation kehittymistä.

Tutkimuksen empiirinen analyysi ja havainnot osoittavat käyttäjän motivaation ja omiin kykyihin luottamisen olevan suuresti riippuvaisia sovellusten onnistuneesta tiedonkeruun, pelillistämisen ja sisällön suunnittelusta. Myös kontekstitietoisuudella ja asianmukaisella motivoivalla palautteella on suuri merkitys paremmalle käyttäjäkokemukselle. [Asimakopolous et al., 2017]

## **6.2. Persuasive Systems Design -malli (PSD)**

Persuasive Systems Design -malli (PSD) on Foggin [2003] ajatusten pohjalta kehitetty viitekehys suostuttelemaan, vakuuttamaan, ja siten vaikuttamaan pyrkivien järjestelmien analysointiin ja suunnitteluun [Oinas-Kukkonen & Harjuma, 2009]. Oinas-Kukkosen ja Harjumaan mukaan tällaisten järjestelmien kehittäminen koostuu kolmesta vaiheesta, jotka on kuvattu kuvassa 10. Alkuperäinen, englanninkielinen kuva löytyy liitteestä 1.



Kuva 10: Vaiheet PSD-mallissa [Oinas-Kukkonen & Harjuma, 2009]

Ennen järjestelmän toteuttamiseen ryhtymistä on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää vaikuttamaan pyrkivien järjestelmien perusluonne (vaihe 1). Järjestelmä voidaan analysoida ja suunnitella vasta, kun tämä ymmärrys on saavutettu kohtuullisella tasolla. Toisessa vaiheessa järjestelmän konteksti on analysoitava tunnistamalla sen tarkoitus, tapahtumat ja käyttöstrategia (vaihe 2). Lopuksi uuden järjestelmän ominaisuudet voidaan suunnitella tai olemassa olevan järjestelmän ominaisuudet voidaan arvioida (vaihe 3).

#### 6.2.1. Suostuttelevien ominaisuuksien suunnittelu

Vaatusmäärittely on yksi ohjelmistokehityksen tärkeimmistä vaiheista. Vaatusmäärittelyssä niin kutsutut *toiminnalliset vaatimukset* (functional-requirements) kuvaavat järjestelmän ominaisuuksia; miten järjestelmän tulee käytännössä toimia.

*Laadullisiksi vaatimuksiksi* (non-functional requirements) kutsutaan järjestelmän ominaisuuksia, eli miten järjestelmä tekee sille asetetut toiminnalliset vaatimukset. Järjestelmän vaikuttavuus on pitkälti laadullinen vaatimus. [Oinas-Kukkonen & Harjuma, 2009]

PSD-malli tarjoaa valikoiman konkreettisia suunnitteluperiaatteita järjestelmän vaikuttavuuden lisäämiseksi ja varmistamiseksi. Malli koostuu neljästä suunnittelun edistämisen kategoriasta (kts. kuva 10, vaihe 3.); ensisijaisen tavoitteen, vuorovaikutuksen, järjestelmän luotettavuuden sekä sosiaalisen vuorovaikutuksen tukemisesta ja vahvistamisesta. Nämä kategoriat on avattu seuraavissa taulukoissa 1-4 ja on suoraan käännetty Oinas-Kukkosen & Harjumaan [2009] vakuuttavan suunnittelun periaatteista. Alkuperäiset englanninkieliset taulukot löytyvät liitteestä 2.

### 1. Ensisijaisen tavoitteen tukemiseen liittyvät suunnitteluperiaatteet

Suunnitteluperiaate	Esimerkkivaatimus
<b>Pelkistys</b> Systeemi joka pelkistää monimutkaisen toiminnan helppoihin tehtäviin, auttaa näin käyttäjää edistämään päätavoitetta.	Järjestelmän pitäisi minimoida tavoitteeseen pääsyyn tarvittava työ.
<b>Kanavointi</b> Järjestelmän käyttäminen opastukseen tarjoaa vaikutusmahdollisuuksia matkalla päätavoitetta kohti.	Järjestelmän tulisi opastaa käyttäjää tarjoamalla välineet toimintaan, jolla hän pääsee lähemmäksi tavoitetta.
<b>Kustomointi</b> Tarjottu tieto on vaikuttavampaa, jos sen esityksessä on huomioitu käyttäjän tarpeet, kiinnostuksen kohteet, persoonallisuus, käyttökonteksti, ynnä muut käyttäjäryhmään liittyvät tekijät.	Järjestelmän pitäisi tarjota kohderyhmälle räätälöityä informaaatiota.
<b>Personointi</b> Järjestelmän vaikuttavuus paranee, kun sisältöä tai palvelua mukautetaan käyttäjän henkilökohtaisiin tarpeisiin sopivaksi.	Järjestelmän tulisi tarjota personoitua sisältöä ja palveluita.
<b>Havainnointi</b> Mahdollisuus itsetutkiskeluun tukee käyttäjää tavoitteiden saavuttamisessa.	Järjestelmän pitäisi tarjota käyttäjälle välineet suorituksen tai tilan tarkkailuun.
<b>Mallinnus</b> Mallintamalla syy-yhteyden käyttäjän toiminnan ja lopputuloksen välillä, voidaan saada aikaan suurempi vaikutus.	Järjestelmän pitäisi luoda merkitys käyttäjän toiminnan ja sen seurausten välille.
<b>Harjoitus</b> Järjestelmä, joka tarjoaa välineet halutun toiminnan harjoitteluun, voi edistää toiminnan toteutumista tosielämässä.	Tarjoa välineet harjoitteisiin tavoitellun toiminnan edistämiseksi.

## 2. Vuoropuhelun tukemiseen liittyvät suunnitteluperiaatteet

Suunnitteluperiaate	Esimerkkivaatimus
<b>Kehuminen</b> Kehuja saadessaan käyttäjät voivat olla avoimempia vaikutuksille.	Järjestelmän pitäisi antaa palautetta käyttäytymisestä sanoin, kuvin, symbolein tai äänin.
<b>Palkitseminen</b> Järjestelmillä, jotka palkitsevat käyttäjänsä, voi olla iso vaikuttavuus.	Järjestelmän tulisi käyttää virtuaalisia palkintoja tavoitetta edistävän toiminnan vahvistamiseksi.
<b>Muistutukset</b> Jos järjestelmä lähettää käyttäjälle muistutuksia, käyttäjä todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa.	Järjestelmän tulisi muistuttaa käyttäjää tavoitteestaan käytön aikana.
<b>Ehdotukset</b> Järjestelmät, jotka tarjoavat sopivia ehdotuksia, ovat vaikuttavampia.	Järjestelmän tulisi ehdottaa toimia / toimintaa läpi käytön.
<b>Samankaltaisuus</b> Käyttäjät ovat alttiimpia vaikutuksille silloin, kun he voivat samaistua järjestelmään jollain heille merkityksellisellä tavalla.	Järjestelmien tulisi imitoida käyttäjiänsä jollain erityisellä tavalla.
<b>Mieltymys</b> Visuaalisesti viehättävät järjestelmät ovat todennäköisesti vaikuttavampia.	Järjestelmän tulisi näyttää ja tuntua käyttäjästään miellyttävältä.
<b>Sosiaalinen rooli</b> Jos järjestelmä tukee vuoropuhelua, käyttäjät todennäköisesti käyttävät sitä vaikuttaviin tarkoituksiin.	Järjestelmän tulisi omaksua sosiaalinen rooli.



### 3. Luotettavuuden vahvistamiseen liittyvät suunnitteluperiaatteet

Suunnitteluperiaate	Esimerkkivaatimus
<b>Luotettavuus</b> Luotettavana pidettävällä järjestelmällä on suuremmat vaikuttamisen mahdollisuudet.	Järjestelmän tulee tarjota tietoa, joka on todenmukaista, oikeudenmukaista ja puolueetonta.
<b>Asiantuntemus</b> Järjestelmän, jonka nähdään asiantuntevana, on vakuuttavampi.	Järjestelmän pitäisi esittää tietoa, josta näkyy tietotaito, kokemus ja asiantuntemus.
<b>Ulkoinen uskottavuus</b> Ihmiset tekevät oletuksia ensinäkemän perusteella.	Järjestelmällä tulisi olla pätevä ulkomuoto ja tuntu.
<b>Tosimaailman tuntu</b> Järjestelmä, joka korostaa oikeita ihmisiä tai organisaatioita takanaan, on uskottavampi.	Järjestelmän tulisi tarjota tietoja sen takana olevista ihmisistä ja organisaatioista.
<b>Auktoriteetti</b> Järjestelmä, joka hyödyntää auktoriteetteja, on vaikuttavampi.	Järjestelmän tulisi viitata ihmisiin auktoriteettiin perustuen.
<b>Kolmannen osapuolen tuki</b> Erityisesti tunnetuilta ja kunnioitetuilta tahoilta saatu tuki lisää järjestelmän uskottavuutta.	Järjestelmän tulisi hakea hyväksyntä kunnioitetuilta tahoilta.
<b>Todennettavuus</b> Järjestelmän uskottavuus kasvaa, mikäli järjestelmä tarkkuus / paikkansapitävyys on helposti vahvistettavissa ulkoisista lähteistä.	Järjestelmän tulisi tarjota keinot tietojen varmentamiselle ulkoisista lähteistä.

#### 4. Sosiaalisen vuorovaikutuksen vahvistamiseen liittyvät suunnitteluperiaatteet

Suunnitteluperiaate	Esimerkkivaatimus
<b>Sosiaalinen tuki</b> Käyttäjä on motivoituneempi, kun hän näkee toisten suorittavan samaa toimintaa.	Järjestelmän tulisi tarjota keinot toisten käyttäjien toiminnan havainnoinnille ja näyttää myös näiden tekemisten vaikutukset.
<b>Sosiaalinen vertailu</b> Käyttäjä on motivoituneempi tehtävän suorittamiseen, jos voi verrata omaa tekemistään muiden suoriutuksiin.	Järjestelmän tulisi tarjota keinot suoritusten vertailuun.
<b>Velvoittava vaikutus</b> Järjestelmä voi hyödyntää velvoittavan vaikuttamisen keinoja tai ryhmäpaineen muodostumista kohottaa tehtävän suorittamisen todennäköisyyttä.	Järjestelmän tulisi tarjota keinot, joilla koota yhteen samaa tavoitetta tavoittelevat ihmiset ja vahvistaa velvollisuudentuntoa.
<b>Sosiaalinen yhteisöllisyys</b> Käyttäjät todennäköisemmin työskentelevät tavoitteensa saavuttamiseksi, mikäli huomaavat muiden ”kärsivän” heidän kanssaan.	Järjestelmän tulisi tarjota keinot muiden huomaamiseen.
<b>Yhteistyö</b> Järjestelmä voi motivoida käyttäjää hyödyntämällä ihmisen luontaista yhteistyöviettiä.	Järjestelmän tulisi tarjota yhteistyölle mahdollisuudet.
<b>Kilpailu</b> Järjestelmä voi motivoida käyttäjää hyödyntämällä ihmisen luontaista kilpailuviettiä.	Järjestelmässä tulisi olla mahdollista kilpailla muiden kanssa.
<b>Tunnustus</b> Julkista tunnustusta tarjoamalla, järjestelmä voi kasvattaa toiminnan muuttumisen todennäköisyyttä.	Järjestelmän tulisi tarjota julkista tunnustusta käyttäjille, jotka tekevät töitä päästäkseen tavoitettaan kohti.

Yllä esiteltyt konkreettiset PSD-mallin periaatteet luovat hyvän pohjan terveyden edistämistä tavoittelevien sovellusten suunnitteluun ja niiden voidaan katsoa sopivan pääosin myös unianalyysisovelluksen suunnitteluun.

Suunnitteluperiaatteiden suoraa soveltamista uneen liittyvän palautteen antamiseen tulisi kuitenkin välttää. Esimerkiksi käyttäjän palkitseminen saattaa johtaa ”keppi ja porkkana” -asetelmaan, jolloin sovelluksen käytöstä saattaa tulla käyttäjälle kuluttavaa. Toisaalta juuri tämä ulkoinen kannustin saattaa motivoida käyttäjää terveyttä edistävää toimintaan. Käyttö tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Erityisesti kohdan 3 luotettavuuteen liittyviä suunnitteluperiaatteita tulisi uneen liittyvän palautteen kanssa vaalia, sillä kuten aikaisemmin on havaittu, unianalyysisovelluksissa on ongelmallisuutta esimerkiksi univaiheiden määrittelyyn liittyen, mitausteknologian ollessa täysin erilainen kuin univaiheiden määrittelyyn käytetyssä ”gold standardissa”, eli unipolygrafiassa.

Kohdan 4 sosiaalisen vuorovaikutuksen vahvistamiseen suunniteltuja periaatteita tulisi uneen liittyvää palautetta suunniteltaessa soveltaa erityisen varovasti. Esimerkiksi unen tarve on jokaisella hyvin yksilöllinen, eikä sitä siten voi verrata toisen ihmisen unen tarpeeseen. Kilpailuasetelman, tai ryhmäpaineen luomisella voi olla enemmän haitallisia vaikutuksia. Käyttäjän stressin kasvaessa myös uni saattaa häiriintyä. Pahimmillaan sovelluksen käyttö johtaa näin entistä huonompiin yöuniin.

### **6.3. Yhteenveto**

Luottamus omiin kykyihin ja motivaatio tekemiseen ovat keskeisiä tekijöitä käyttäjän sitouttamisessa terveyttä edistävään toimintaan [Asimakopoulous et al., 2017]. Kaiken kaikkiaan motivaatioteorioita on olemassa lukuisia. Itseohjautuvuusteoria valittiin tähän työhön, sillä sitä on tutkittu työlle relevanteista näkökulmista [muun muassa: Asimakopoulous et al., 2017; Osei-Frimpong, K. 2017; Ryan & Deci, 2017]. Lisäksi se on yksi maailman suosituimpia ja käytetyimpiä teorioita ihmisen käyttäytymisestä ja persoonallisuuden kehityksestä. Ymmärtämällä motivoinnin teoriaa yksityiskohtaisemmalla tasolla, voimme ymmärtää paremmin kohderyhmämme tavoitteita ja tarpeita, sekä ennen kaikkea suunnittelupäätöstemme vaikutuksia käyttäjiin. Ihmisen psykologiset perustarpeet sisäistämällä (vapaaehtoisuus, kyvykkyys ja yhteisöllisyys) voimme myös ymmärtää syvällisemmin, kuinka käyttökonteksti vaikuttaa motivaatioon.

Vaikuttavan suunnittelun periaatteet tarjoavat konkreettisia keinoja motivaation kohottamiseksi teknologian avulla. Teknologian avulla on mahdollista tukea käyttäjän psykologisia perustarpeita hänen itse asettamiensa tavoitteiden saavuttamiseksi. Siinä missä itseohjautuvuusteoria antaa meille syvällisempää ymmärrystä motivaatiosta, vaikuttavan suunnittelun malli antaa meille konkreettiset periaatteet alussa vaikuttavuuden suunnitteluun vaatimusmäärittelyvaiheessa, sekä myöhemmin järjestelmän vaikuttavuuden arvioinnin tueksi. Periaatteiden suoraa soveltamista unisovellusten kehitykseen tulisi kuitenkin välttää.

## **7. Ohjenuoria unesta viestimiseen**

Tässä luvussa esitellään kirjallisuuskatsauksen pohjalta koostetut ohjenuorat unesta viestimiseen ja niiden suunnitteluprosessi.

### **7.1. Pohjustus**

Kaikilla sovelluksilla ja teknologioilla on omat erikoispiirteensä, jonka vuoksi niiden suunnittelu ja arviointi on paras tehdä tapauskohtaisesti. Prosessissa tulee huomioida erityisesti käytettävän teknologian, käyttäjien ja ympäristön asettamat tarpeet ja vaatimukset. Heuristiikat puolestaan ovat sääntöjä tai ohjenuoria, joilla pyritään arvioimaan sitä, miten tämä tapauskohtainen suunnittelu on tehty, tai miten se pitäisi tehdä. Heuristinen arviointi on hyödyllinen työkalu käytettävyyden tai käyttäjäkokemuksen arvioinnissa [Quiñones & Rusu, 2019].

Tänä päivänä unen tarkkailuun on saatavilla monia erilaisia kaupallisia sovelluksia, jotka pyrkivät mittaamaan ja tunnistamaan unen vaiheet ja raportoimaan käyttäjälleen unen laadusta. Nämä unta mittaavat sovellukset perustuvat usein ainoastaan syke-, kehonlämpö-, sekä liike- ja / tai hengitysanalyysiin. Univaiheet kuitenkin perustuvat aivosähkökäyrien eri taajuuksiin aaltoihin, jotka voidaan mallintaa vain ja ainoastaan unipolygrafia-tutkimuksessa. Aivosähkötoimintaan perustuvien univaiheiden tehtävät tiedetään jotenkuten, joten vaikka tieto univaiheista saataisiinkin, niiden vaikutuksia tulisi arvioida varauksella. Erityisen huomionarvoista on, että kaupalliset sovellukset ainoastaan jäljittelevät lääketieteellistä univaiheanalyysiä. Mittausteknologian ollessa kuluttajakäyttöön kehitetyissä laitteissa eri kuin kliinisessä unipolygrafiassa, on tuloksiin aina suhtauduttava varauksella.

Lisäksi on tärkeää huomioida käyttäjän henkilökohtaiset rajoitteet, kuten sairaudet ja lääkitykset, jotka saattavat suoraan vaikuttaa yöuniin. Kun unta tutkitaan niin kutsutun ”gold standardin”, eli unipolygrafian avulla lääketieteellisessä tutkimuksessa, osaa lausuja ottaa huomioon tutkittavan sairaudet ja lääkkeet. Kun unta taas tutkitaan kaupallisilla sovelluksilla, ei näitä usein huomata ajatella. Sovellusten tekijät ja käyttäjät eivät siis varmasti osaa huomioida tekijöitä, jotka voivat muuttaa mittaustuloksia merkittävästikin käyttämättä apunaan lääkäreitä. Vaarana on, että laite raportoi käyttäjälle jatkuvasti huonoja tuloksia ja lisää näin käyttäjän stressiä. Tavoite hyvinvoinnin edistämisestä saakin aikaan päinvastaisen vaikutuksen. Nyrkkisääntönä voidaan todeta, että kaupalliset sovellukset sopivat tällä hetkellä jotenkuten seurantaan, mutta eivät tois-  
taiseksi diagnostiikkaan.

### 7.1.1. Tiedonkeruu sosiaalisen median keskustelun avulla

Ohjenuorien suunnitteluprosessin tueksi unta tarkkailevat sovellukset nostettiin keskustelun aiheeksi CF-Suomi Facebook-ryhmässä, kohdentaen näin datan keräys tämän tutkielman täsmälliseen kohderyhmään. Tämä Facebook-ryhmä on, ryhmän kuvausta lainaten, ”Suomen CrossFit.com yhteisön kohtaamispaikka Facebookissa.”

Tiedonkeräys toteutettiin ohjenuorien suunnittelun tueksi. Pääasiassa tiedonkeruun tarkoituksena oli saada osvittaa siihen, ovatko yhteisön jäsenten kokemukset linjassa kirjallisuuskatsauksen kanssa.

Ryhmässä kysyttiin seuraavat kysymykset:

1. Millainen palaute nukutusta yöstä on sinulle merkityksellistä (mitä toivot kerätystä datasta huomaavasi / mitä toivot laitteen kertovan sinulle)?
2. Miten koet hyötyväsi unen tarkkailusta / koetko sen hyödyttävän sinua mitenkään? Mitä teet jos mittaustuloksesi unen osalta ovat huonot?

Yhteensä 10 henkilöä osallistui keskusteluun yhden illan aikana. Näistä henkilöistä kolme ilmoitti suoraan palautteen stressaavan, tai jännittävän heitä. Henkilöistä kaksi oli lopettanut unen seurannan kokonaan juuri tästä syystä. Yhteensä unen seurannan lopettaneita oli keskustelussa neljä. Kolmas oli lopettanut unen seurannan, sillä piti tietoa epäluotettavana ja kertoi luottavansa nykyään ainoastaan omaan tunteeseensa nukutusta yöstä. Neljäs henkilö oli lopettanut unen mittaamisen, sillä ei kokenut sen enää tuovan hänelle mitään lisäarvoa. Mielenkiintoinen seikka tämän neljännen keskustelijan kommentissa on, että hän kertoi elävänsä ruuhkavuosia ja että hänen täytyy siksi treenata silloin kun siihen aukeaa sopiva aikaväli. Tämän vuoksi hän ei omien sanojensa mukaan voi huomioida sovelluksen lepäämiskehotuksia. Tässä tapauksessa unen tarkkailu on siis myös lisännyt käyttäjänsä stressiä, vaikkei hän sitä suoraan näin sanoiksi pukeutkaan.

Kokonaan unen seurannan lopettaneiden henkilöiden lisäksi vielä yksi henkilö mainitsi stressin kommentissaan. Hän kertoi, että mikäli tietää nukkuneensa todella huonosti, ei edes katso aamulla mittauksen tulosta, sillä pelkää sen vaikuttavan kuluvaan päivän toimintaan. Näin ollen unen mittauksesta stressaantuneita henkilöitä oli keskustelussa jo siis viisi henkeä, eli puolet osallistujista.

Seurannan epäluotettavuuden vuoksi mittauksen kokonaan lopettaneen henkilön lisäksi kolme muuta keskusteluun osallistunutta pitivät seurannasta saatua dataa korkeintaan suuntaa-antavina, muut eivät ottaneet tähän kantaa.

Keskustelussa esiin nostettuja tärkeänä pidettyjä mittaustuloksia olivat leposyke (5 henkilöä) ja sykevälivaihtelu (5 henkilöä), joista käyttäjät kertoivat tulkitsevansa omaa

palautumistasoan. Yksi keskustelijoista mainitsi syke seurannan olleen ”ainoa asia mistä tykkäsin unen seurannassa”. Kaksi keskustelijaa mainitsivat myös syvän unen tärkeänä mittaustuloksena, mutta vain yksi mainitsi suoraan unen laadun kiinnostavan häntä. Yksi keskusteluun osallistunut toivoi palautetta viikkotasolla ja korosti unen tarkkailun hyötyä pitkällä tähtäimellä.

Kaksi keskusteluun osallistunutta mainitsi mittaustulosten usein olevan päinvastaiset, kuin oma kokemus nukutusta yöstä, joka tukee myös kirjallisuuskatsauksen löydöksiä [Härmä & Sallinen, 2004].

### **7.1.2. Suunnitteluprosessi**

Heuristiikkojen varsinainen suunnitteluprosessi aloitettiin koostamalla kaikki kirjallisuuskatsauksessa esiin nousseet suunnitteluperiaatteet ja tarpeet yhteen. Alustana koostamisessa käytettiin Trello-sovellusta, joka on Kanban-metodia jäljittelevä websovellus ([www.trello.com](http://www.trello.com)).

Yksi luettelo edusti taulussa yhtä kategoriaa. Aluksi kategoriat olivat:

- PSD-mallin suunnitteluperiaatteet [Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009],
- Puettavan terveysteknologian heuristiikat [Asimakopoulous et al, 2017],
- Nielsenin heuristiikat [Nielsen, 1994]
- Itseohjautuvuusteoriasta poimitut tarpeet
- Unitutkimuksesta esiin nousseet tarpeet ja rajoitteet
- CrossFit-harrastuksen esiin nostamat tarpeet ja rajoitteet

Yksi kortti luettelossa puolestaan edusti periaatetta, tai muuta relevanttia löydöstä. Alla on kuvakaappaus 1 siitä, miltä taulu näytti prosessin tässä vaiheessa.

<p><b>PSD-suunnitteluperiaatteet</b></p> <p>Systeemi joka pelkistää monimutkaisen toiminnan helpoiksi (osa)tehtävin, auttaa näin käyttäjää edistämään päätavoitetta."</p> <p>Järjestelmän käyttäminen opastukseen tarjoaa vaikutusmahdollisuuksia kohti."</p> <p>Tarjottu tieto on vaikuttavampaa, jos sen esityksessä on huomioitu käyttäjän tarpeet, kiinnostuksen kohteet, persoonallisuus, käyttökonteksti, ynnä muut käyttäjääryhmään liittyvät tekijät."</p> <p>Järjestelmän vaikuttavuus paranee, kun sisältöä tai palvelua mukautetaan käyttäjän henkilökohtaisiin tarpeisiin sopivaksi."</p> <p>Mahdollisuus itsetutkiskeluun tukee käyttäjää tavoitteiden saavuttamisessa."</p> <p>Mallintamalla syy-yhteyden käyttäjän toiminnan ja lopputuloksen välillä, voidaan saada aikaan suurempi vaikutus."</p> <p>Järjestelmä, joka tarjoaa välineet halutun toiminnan harjoitteluun, voi edistää toiminnan toteutumista tosielämässä."</p> <p>Kehuja saadessaan käyttäjät voivat olla avoimempia vaikutuksille."</p> <p>Järjestelmillä, jotka palkitsevat käyttäjänsä, voi olla iso vaikuttavuus."</p> <p>Jos järjestelmä lähettää käyttäjälle muistutuksia, käyttäjä todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa."</p> <p>Järjestelmät, jotka tarjoavat sopivia ehdotuksia, ovat vaikuttavampia."</p> <p>Käyttäjät ovat alttiimpia vaikutuksille silloin, kun he voivat samaistua järjestelmään jollain heille merkittävällä tavalla</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Puettavan teknologian heuristiikat</b></p> <p>Personointi: anna käyttäjän päättää mikä on toivottavaa, tekemättä tarpeettomia rajoituksia, jotka estävät halutun lopputuloksen / toiminnan</p> <p>Navigationi / syöte: Tarjoa lähtökohta mukauttamismomenteille, osoita selkeästi yksittäisten toimintojen vaihtoehdot. Navigointi- ja mukauttamisprosessin peilistäminen kriittistä.</p> <p>Positiivinen palaute: Tuota palautetta siitä, onko motivaatio- ja / tai tehokkuustaso on muuttunut itsearvioitien ja kyselylomakkeiden avulla. Tarjoa uusia tavoitteita käyttäjän ilmoittaman tai järjestelmän määrittelemän motivaatiotason pohjalta. Aseta motivaatiolle ja tehokkuudelle rajat käyttäjän tukemiseksi heidän toimissaan ja tarpeissaan. Anna rakentavaa ja positiivista palautetta, sillä se motivoi.</p> <p>Aktiiviteetti-motivaatioanalyysi: Käyttäjät ilmaisivat haluavansa ominaisuuksia, joiden avulla he voisivat paremmin analysoida kerätyn tiedon ja käyttäytymisen välisiä suhteita, esimerkiksi unen tai ruokavallan ja korkean tai matalan motivaation välillä. Tämän avulla käyttäjät pystyvät luokittelemaan eri toiminnot motivaatioon ja tehokkuuteen perustuen, sekä tutkimaan käyttäytymismalleja, jotka motivoivat tai lisäävät suorituskykyä.</p> <p>Kontekstittietoisuus: Elämäntapahtumien ja emotionaalisten tai sosiaalisten vuorovaikutusten tunnistaminen seurannan aikana voi olla tärkeä motivaatiota ja suorituskykyä edistävä tekijä. Tämä voi lisätä yhteisöllisyyden tunnetta ja nauttaa</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Nielsenin heuristiikat</b></p> <p>Tuotteen tilan näkyvyys</p> <p>Tuotteen ja tosielämän vastaavuus</p> <p>Käyttäjän kontrolli ja vapaus</p> <p>Yhteneväisyys ja standardit</p> <p>Virheiden estäminen</p> <p>Tunnistaminen mielummin kuin muistaminen</p> <p>Käytön joustavuus ja tehokkuus</p> <p>Esteettinen ja minimalistinen design</p> <p>Virhetilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen</p> <p>Opastus ja ohjeistus</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Itseohjautuvuusteoria</b></p> <p>On luotava ympäristö, jossa ihminen voi toimia vapaaehtoisuuteen perustuen.</p> <p>Tuettava osaamisen tunnetta</p> <p>Yhteisöllisyyden tukeminen</p> <p>Uudet, haasteelliset tai esteettistä arvoa tuovat toiminnot ovat vetoimaisia</p> <p>Kannustaakseen henkilöä toiminnan muutokseen, selvittävät mikä käyttäjää alkujaan motivoi.</p> <p>Parhaat tavoitteet sellaisia, jotka ovat käyttäjälle henkilökohtaisesti arvokkaita.</p> <p>Huomioi käyttäjän arvot. Personoi.</p> <p>On pyrittävä tukemaan ihmisen luontaisia taipumuksia toimia tehokkaasti ja terveellisesti.</p> <p>Yrittävä siirtää ulkoinen motivaatio myös kohti edullisempaa käytöstä.</p> <p>SM: Vahvista ihmisen luontaista taipumusta etsiä uusia haasteita, laajentaa ja käyttää kykyään, tutkia ja oppia.</p> <p>Ihminen on luonteeltaan utelias, ympäristö voi joko tukea tai tukahduttaa tätä luontaista piirrettä.</p> <p>SM: Korosta vapaaehtoisuutta: vaihtoehtojen tarjoaminen kohottaa sisäistä motivaatiota.</p> <p>Korosta osaamisen tunnetta.</p> <p>sisäisellä motivaatiolla ja terveyden edistämällä on positiivinen yhteys</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Unen rajoitteet</b></p> <p>Kehon asento ei ole unen määrittelemä: nukkuminen mahdollista myös muissa asennoissa</p> <p>Kellonaika ei ole unen määrittelemä: nukkuminen mahdollista mihin aikaan tahansa</p> <p>Aineenvaihdunta aivoissa hidastuu perusunen aikana, vilkeuden aikana taas vilkastuu.</p> <p>Miten erottaa vilkeuni valveesta?</p> <p>Kehon lämmöntuotto alenee.</p> <p>Unipäiväkirja toimii parhaiten mittausten kanssa yhdessä, sillä nukkujan kokemus nukutusta yöstä ei usein vastaa mittaustuloksia.</p> <p>Ei kliinisesti validoitu / validoitu? Tuotava rehellisesti ilmi teknologian tieteeseen perustuva tausta.</p> <p>Sykeväli vaihteluun vaikuttaa moni seikka; stressi tai erilaiset fyysiset tai psyykkiset kuormitukset, ikä, tupakointi, alkoholi, kahvi, ylipaino, verenpaine, veren rasvaprosentti, sokeriarvot, tulehdustekijät, depressio, ahdistuneisuus, ylirasitus ja perimä</p> <p>Kerätyn tiedon ainutlaatuisuus: jokaisen unentarve, hrv ym ehdottoman yksilöllisiä.</p> <p>Muutokset HRV:ssä voivat kertoa palautumiskyvystä. Suuri HRV -&gt; sietää paremmin rasitusta.</p> <p>Yksilölliset erot huomioon ottaen tulkinnaa, esimerkiksi lääkitykset ja sairaudet vaikuttavat uneen.</p> <p>Unidatan tulkintaan ja mittaukseen (muuten kuin lääketieteeseen menetelmin) ei olemassa standardeja.</p> <p>Kapallisista laitteista puuttuu asiantuntijan tulkinta ja arvot, algoritmit eivät vielä luotettavia.</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>CrossFit-urheilun rajoitteet</b></p> <p>Unimittarin tulee olla samassa laitteessa muun aktiivisuuden mittauksen kanssa, muuten ei voida saada kattavaa kuvaa harjoitus-uni -suhteesta.</p> <p>Sensorin sijainnin tulee olla muunneltavissa.</p> <p>Palautteesta tulee korostaa unen yhteyttä surituskykyyn?</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>
---	--	--	---	--	--

Kuvakaappaus 1: Ohjenuorien työstämisen ensimmäinen vaihe, yhdeksän kategorialla.

Tämän jälkeen taulun kortit ryhmiteltiin uudestaan puettavan teknologiaan heuristiikkokategorioiksi [Asimakopoulous et al, 2017] mukaan. Nämä heuristiikat valikoituivat uusiksi pääkategorioiksi, sillä haluttiin selvittää päällekkäisyydet löydösten ja näiden heuristiikkojen välillä. Alla kuvakaappaus tästä vaiheesta 2.

<p><b>Puettavan teknologian heuristikat</b></p> <p><b>Personointi:</b> anna käyttäjän päättää mikä on toivottavaa, tekemättä tarpeettomia rajoituksia, jotka estävät halutun lopputuloksen / toiminnan</p> <p><b>Navigointi / syöte:</b> Tarjoa lähtökohta mukauttamisominaisuuksille; osoita selkeästi yksittäisten toimintojen mukauttamisen vaihtoehdot. Navigointi- ja mukauttamisprosessin peilistäminen kriittistä.</p> <p><b>Positiivinen palaute:</b> Tuota palautetta siitä, onko motivaatio- ja / tai tehokkuustaso on muuttunut itsearviointien ja kyselylomakkeiden avulla. Tarjoa uusia tavoitteita käyttäjän ilmoittaman tai järjestelmän määrittelemän motivaatiotason pohjalta. Aseta motivaatiolle ja tehokkuudelle rajat käyttäjän tukemiseksi heidän toimissaan ja tarpeissaan. Anna rakentavaa ja positiivista palautetta, sillä se motivoi.</p> <p><b>Aktiiviteetti-motivaatioanalyysi:</b> Käyttäjät ilmaisevat haluavansa ominaisuuksia, joiden avulla he voisivat paremmin analysoida kerätyn tiedon ja käyttäytymisen välisiä suhteita, esimerkiksi unen tai ruokavalion ja korkean tai matalan motivaation välillä. Tämän avulla käyttäjät pystyvät luokittelemaan eri toiminnon motivaation ja tehokkuuteen perustuen, sekä tutkimaan käyttäytymismalleja, jotka motivoivat tai lisäävät suorituskykyä.</p> <p><b>Kontekstittietoisuus:</b> Elämäntapahtumien ja</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>PSD-suunnitteluperiaatteet</b></p> <p>Tarjottu tieto on vaikuttavampaa, jos sen esityksessä on huomioitu käyttäjän tarpeet, kiinnostuksen kohteet, persoonallisuus, käyttökonteksti, ynnä muut käyttäjäryhmään liittyvät tekijät.*</p> <p>Järjestelmän vaikuttavuus paranee, kun sisältöä tai palvelua mukautetaan käyttäjän henkilökohtaisiin tarpeisiin sopivaksi.*</p> <p>Käyttäjät ovat alttiimpia vaikutuksille silloin, kun he voivat samaistua järjestelmään jollain heille merkityksellisellä tavalla. *</p> <p>Järjestelmän käyttäminen opastukseen tarjoaa vaikutusmahdollisuuksia matkalla päättävöitä kohti.*</p> <p>Mahdollisuus itsetutkiskeluun tukee käyttäjää tavoitteiden saavuttamisessa.*</p> <p>Järjestelmä, joka tarjoaa välineet halutun toiminnan harjoitteluun, voi edistää toiminnan toteutumista tosielämässä.*</p> <p>Kehuja saadessaan käyttäjät voivat olla avoimempia vaikutuksille.*</p> <p>Jos järjestelmä lähettää käyttäjälle muistutuksia, käyttäjä todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa.*</p> <p>Järjestelmät, jotka tarjoavat sopivia ehdotuksia, ovat vaikuttavampia.*</p> <p><b>Tuotteen tilin näkyvyys</b></p> <p>Käytön joustavuus ja tehokkuus</p> <p>Järjestelmän käyttäminen opastukseen tarjoaa vaikutusmahdollisuuksia matkalla päättävöitä kohti.*</p> <p>Mahdollisuus itsetutkiskeluun tukee käyttäjää tavoitteiden saavuttamisessa.*</p> <p>Järjestelmä, joka tarjoaa välineet halutun toiminnan harjoitteluun, voi edistää toiminnan toteutumista tosielämässä.*</p> <p>Kehuja saadessaan käyttäjät voivat olla avoimempia vaikutuksille.*</p> <p>Jos järjestelmä lähettää käyttäjälle muistutuksia, käyttäjä todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa.*</p> <p>Järjestelmät, jotka tarjoavat sopivia ehdotuksia, ovat vaikuttavampia.*</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Nielsenin heuristikat</b></p> <p>Käyttäjän kontrolli ja vapaus</p> <p>Käytön joustavuus ja tehokkuus</p> <p>Opastus ja ohjeistus</p> <p>Tuotteen tilin näkyvyys</p> <p>Yhteneväisyys ja standardit</p> <p>Virheiden estäminen</p> <p>Tuotteen ja tosielämän vastaavuus</p> <p>Tuotteen näkyminen mielummin kuin muistaminen</p> <p>Virheitilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Itseohjautuvusteoria</b></p> <p>Kannustakseen henkilöä toiminnan muutokseen, selvitettävä mikä käyttäjää alkuaan motivoi.</p> <p>On luotava ympäristö, jossa ihminen voi toimia vapaaehtoisuuteen perustuen.</p> <p>Parhaat tavoitteet sellaisia, jotka ovat käyttäjälle henkilökohtaisesti arvokkaita.</p> <p>Huomioi käyttäjän arvot. Personoi.</p> <p>SM: Korosta vapaaehtoisuutta: vaihtoehtojen tarjoaminen kohottaa sisäistä motivaatiota.</p> <p>Ihminen on luonteeltaan utelias, ympäristö voi joko tukea tai tukahduttaa tätä luontaista piirrettä.</p> <p>SM: Vahvista ihmisen luontaista taipumusta etsiä uusia haasteita, laajentaa ja käyttää kykyjään, tulkia ja oppia.</p> <p>Tuettava osaamisen tunnetta</p> <p>Yhteisöllisyyden tukeminen</p> <p>Uudet, haasteelliset tai esteettisiä arvoa tuovat toiminnot ovat vetovoimaisia</p> <p>On pyrittävä tukemaan ihmisen luontaisia taipumuksia toimia tehokkaasti ja terveellisesti.</p> <p>Yritettävä siirtää ulkoinen motivaatio myös kohti edullisempaa käytöstä.</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Unen rajoitteet</b></p> <p>Kerätyn tiedon aineuttamisuus: jokainen unen tarve, hrv ym ehdottoman yksilöllisiä.</p> <p>Ei kliinisesti valditoitu / valditoitu?</p> <p>Tuotava rehellisesti ilmi teknologian tieteeseen perustuva tausta.</p> <p>Kapallista laitteista puuttuu asiantuntijan tulkinta ja arvot, algoritmit eivät vielä luotettavia.</p> <p>Unidatan tulkitaan ja mitaukseen (muuten kuin lääketieteen menetelmin) ei ole olemassa standardeja.</p> <p>Unipäiväkirja toimii parhaiten mitausten kanssa yhdessä, sillä nukkujan kokemus nukutusta yöstä ei usein vastaa mittauksiloksia.</p> <p>Sykeväilvaihteluun vaikuttaa moni seikka; stressi tai erilaiset fyysiset tai psyykkiset kuormitukset, ikä, tupakointi, alkoholi, kahvi, ylipaino, verenpaine, veren rasvaprosentti, sokeriarvot, tulehdustekijät, depressio, ahdistuneisuus, ylirasvautus ja perimä</p> <p>Yksilölliset erot huomioitava tulkinnaassa, esimerkiksi lääkitykset ja sairaudet vaikuttavat uneen.</p> <p>Unidata tarjottava suuntaa antavana, ei totutena.</p> <p>Kehon asento ei osa unen määrittämää: nukkuminen mahdollista myös muissa asennoissa</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>CrossFit-urheilun rajoitteet</b></p> <p>Uninittarin tulee olla samassa laitteessa muun aktiivisuuden mitauksen kanssa, muuten ei voida saada kattavaa kuvaa harjoitus-uni -suhteesta.</p> <p>Sensorin sijainnin tulee olla muunneltavissa / synkronointimahdollisuus toiseen laitteeseen esimerkiksi urheilukelloon.</p> <p>Palautteessa tulee korostaa unen yhteyttä surtuskykyyn?</p> <p>Syvä, eli palauttavan unen määrä</p> <p>Unen vaikutukset pitkällä aikavälillä.</p> <p>Leposyke ja sykeväilvaihtelu korostaminen. Urheilija lähtökohtaisesti osaa itse tulkita niitä.</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>
--	---	---	---	---	--

## Kuvakaappaus 2: Ohjenuorien työstämisen toinen vaihe.

Vaiheessa 3 kortit ryhmiteltiin värikoodien mukaan ja ryhmille annettiin uudet nimet. Tämän prosessin avulla pyrittiin tunnistamaan mahdolliset duplikaatit ja kokonaan uuden kategorian muodostavat kortit. Lopputuloksena oli yhdeksän eri kategoriala, josta lähdettiin työstämään suunnitteluohjeita siihen, miten unesta kannattaisi viestiä Cross-Fit-urheilun konseptissa.

<p><b>Personointi / yksilölliset rajoitteet</b></p> <p><b>Personointi:</b> anna käyttäjän päättää mikä on toivottavaa, tekemättä tarpeettomia rajoituksia, jotka estävät halutun lopputuloksen / toiminnan</p> <p><b>Navigointi / syöte:</b> Tarjoa lähtökohta mukauttamisominaisuuksille; osoita selkeästi yksittäisten toimintojen mukauttamisen vaihtoehdot. Navigointi- ja mukauttamisprosessin peilistäminen kriittistä.</p> <p><b>Positiivinen palaute:</b> Tuota palautetta siitä, onko motivaatio- ja / tai tehokkuustaso on muuttunut itsearviointien ja kyselylomakkeiden avulla. Tarjoa uusia tavoitteita käyttäjän ilmoittaman tai järjestelmän määrittelemän motivaatiotason pohjalta. Aseta motivaatiolle ja tehokkuudelle rajat käyttäjän tukemiseksi heidän toimissaan ja tarpeissaan. Anna rakentavaa ja positiivista palautetta, sillä se motivoi.</p> <p><b>Aktiiviteetti-motivaatioanalyysi:</b> Käyttäjät ilmaisevat haluavansa ominaisuuksia, joiden avulla he voisivat paremmin analysoida kerätyn tiedon ja käyttäytymisen välisiä suhteita, esimerkiksi unen tai ruokavalion ja korkean tai matalan motivaation välillä. Tämän avulla käyttäjät pystyvät luokittelemaan eri toiminnon motivaation ja tehokkuuteen perustuen, sekä tutkimaan käyttäytymismalleja, jotka motivoivat tai lisäävät suorituskykyä.</p> <p><b>Kontekstittietoisuus:</b> Elämäntapahtumien ja</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Navigointi / syöte</b></p> <p>Navigointi / syöte: Tarjoa lähtökohta mukauttamisominaisuuksille; osoita selkeästi yksittäisten toimintojen mukauttamisen vaihtoehdot. Navigointi- ja mukauttamisprosessin peilistäminen kriittistä.</p> <p>Tuotteen tilin näkyvyys</p> <p>Käytön joustavuus ja tehokkuus</p> <p>Järjestelmän käyttäminen opastukseen tarjoaa vaikutusmahdollisuuksia matkalla päättävöitä kohti.*</p> <p>SM: Korosta vapaaehtoisuutta: vaihtoehtojen tarjoaminen kohottaa sisäistä motivaatiota.</p> <p>Järjestelmä, joka tarjoaa välineet halutun toiminnan harjoitteluun, voi edistää toiminnan toteutumista tosielämässä.*</p> <p>Käytännön on luonteeltaan utelias, ympäristö voi joko tukea tai tukahduttaa tätä luontaista piirrettä.</p> <p>Uninittarin tulee olla samassa laitteessa muun aktiivisuuden mitauksen kanssa, muuten ei voida saada kattavaa kuvaa harjoitus-uni -suhteesta.</p> <p>Tarjottu tieto on vaikuttavampaa, jos sen esityksessä on huomioitu käyttäjän tarpeet, kiinnostuksen kohteet, persoonallisuus, käyttökonteksti, ynnä muut käyttäjäryhmään liittyvät tekijät.*</p> <p>Järjestelmän vaikuttavuus paranee, kun sisältöä tai palvelua mukautetaan</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Positiivinen palaute</b></p> <p>Positiivinen palaute: Tuota palautetta siitä, onko motivaatio- ja / tai tehokkuustaso on muuttunut itsearviointien ja kyselylomakkeiden avulla. Tarjoa uusia tavoitteita käyttäjän ilmoittaman tai järjestelmän määrittelemän motivaatiotason pohjalta. Aseta motivaatiolle ja tehokkuudelle rajat käyttäjän tukemiseksi heidän toimissaan ja tarpeissaan. Anna rakentavaa ja positiivista palautetta, sillä se motivoi.</p> <p>Leposyke ja sykeväilvaihtelu korostaminen. Urheilija lähtökohtaisesti osaa itse tulkita niitä.</p> <p>Jos järjestelmä lähettää käyttäjälle muistutuksia, käyttäjä todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa.*</p> <p>Julkista tunnustusta tarjoamalla, järjestelmä voi kasvattaa toiminnan muuttumisen todennäköisyyttä.*</p> <p>Järjestelmät, jotka tarjoavat sopivia ehdotuksia, ovat vaikuttavampia.*</p> <p>Tuettava osaamisen tunnetta</p> <p>Korosta osaamisen tunnetta.</p> <p>Järjestelmillä, jotka palkevat käyttäjäänsä, voi olla iso vaikutus.*</p> <p>Virheitilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Aktiiviteetti-</b></p> <p><b>Aktiiviteetti-motivaatioanalyysi:</b> Käyttäjät ilmaisevat haluavansa ominaisuuksia, joiden avulla he voisivat paremmin analysoida kerätyn tiedon ja käyttäytymisen välisiä suhteita, esimerkiksi unen tai ruokavalion ja korkean tai matalan motivaation välillä. Tämän avulla käyttäjät pystyvät luokittelemaan eri toiminnon motivaation ja tehokkuuteen perustuen, sekä tutkimaan käyttäytymismalleja, jotka motivoivat tai lisäävät suorituskykyä.</p> <p>Mallintamalla syy-yhteyden käyttäjän toiminnan ja lopputuloksen välillä, voidaan saada aikaan suurempi vaikutus.*</p> <p>Mahdollisuus itsetutkiskeluun tukee käyttäjää tavoitteiden saavuttamisessa.*</p> <p>Järjestelmä, joka lähettää käyttäjälle muistutuksia, käyttäjä todennäköisemmin saavuttaa tavoitteensa.*</p> <p>Järjestelmät, jotka tarjoavat sopivia ehdotuksia, ovat vaikuttavampia.*</p> <p>Tuotteen ja tosielämän vastaavuus</p> <p>On pyrittävä tukemaan ihmisen luontaisia taipumuksia toimia tehokkaasti ja terveellisesti.</p> <p>Yritettävä siirtää ulkoinen motivaatio myös kohti edullisempaa käytöstä.</p> <p>sisäistä motivaatiota ja terveyden edistämistä on positiivinen yhteys</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Kontekstittietoisuus</b></p> <p><b>Kontekstittietoisuus:</b> Elämäntapahtumien ja emotionaalisten tai sosiaalisten vuorovaikutusten tunnistaminen seurannan aikana voi olla tärkeä motivaatiota ja yhteisöllisyyden tunnetta. Tämä voi lisätä yhteisöllisyyden tunnetta ja parantaa sosiaalisen kokemuksen, jonka tiedetään edistävän käyttäytymisen muutosta terveydenhuollossa.</p> <p>Käyttäjät ovat alttiimpia vaikutuksille silloin, kun he voivat samaistua järjestelmään jollain heille merkityksellisellä tavalla. *</p> <p>Kehon asento ei osa unen määrittämää: nukkuminen mahdollista myös muissa asennoissa</p> <p>Kellonala ei osa unen määrittämää: nukkuminen mahdollista myös muissa asennoissa</p> <p>Aineenvaihdunta alavissa hidastuu perusarvon aikana, viikkeen aikana taas viikastuu.</p> <p>Miten erottaa vilkeinen väleestä?</p> <p>Kehon lämmöntuotto alenee.</p> <p>Muutokset HRV:stä voivat kertoa palautuskykyä. Suuri HRV -&gt; siellä paremmin rasitusta.</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Merkityksellisyys</b></p> <p>Parhaat tavoitteet sellaisia, jotka ovat käyttäjälle henkilökohtaisesti arvokkaita.</p> <p>Järjestelmän, jonka nollaan asiantuntemus, on vakuuttavampi. *</p> <p>Järjestelmä, joka korostaa oikeita ihmisiä tai organisaatioita talanaan, on uskottavampi. *</p> <p>Järjestelmä, joka hyödyntää auktoriteetteja, on vakuuttavampi. *</p> <p>Järjestelmän uskottavuus kasvaa, mikäli järjestelmä tarkkuus / paikkainfarkit / on helposti vahvistettavissa ulkoisista lähteistä. *</p> <p>Eriytesti tunnetuilla ja kunnioitettavilla tahoilla saatu tuki lisää järjestelmän uskottavuutta. *</p> <p>Unidatan tulkitaan ja mitaukseen (muuten kuin lääketieteen menetelmin) ei ole olemassa standardeja.</p> <p>Luotettavana pidettävällä järjestelmällä on suuremmat vaikutukset ihmisen motivaatioon.</p> <p>Kapallista laitteista puuttuu asiantuntijan tulkinta ja arvot, algoritmit eivät vielä luotettavia.</p> <p>Ei kliinisesti valditoitu / valditoitu?</p> <p>Tuotava rehellisesti ilmi teknologian tieteeseen perustuva tausta.</p> <p>Yhteneväisyys ja standardit</p> <p>Syvä, eli palauttavan unen määrä</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Peilistäminen</b></p> <p>Peilistäminen: Vahvista käyttäjän sisäistä motivaatiota peilelemällä ja pienten palkintojen avulla. Näin on mahdollista vastata käyttäjien omaehtoisuuteen, suorituskykyyn ja yhteisöllisyyteen liittyvään tarpeeseen, jotka tukevat sisäistä motivaation kehittymistä.</p> <p>Järjestelmä voi motivoida käyttäjää hyödyntämään ihmisen luontaista kipuluvettia.</p> <p>Systeemi joka pelkistää monimutkaisen toiminnan helpoksi (osaletettavain, auttaa näin käyttäjää edistämään päättävöitä. *</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Yhteisöllisyys / sosiaalinen</b></p> <p>Yhteisöllisyyden tukeminen</p> <p>Järjestelmä voi motivoida käyttäjää hyödyntämään ihmisen luontaista kipuluvettia.</p> <p>Järjestelmä voi hyödyntää vervoitavan vaikutuksen keinoja tai ryhmäpaineen muodostumista kohottaakseen tehtävän suorittamisen todennäköisyyttä. *</p> <p>Jos järjestelmä tukee vuoropuhelua, käyttäjät todennäköisesti käyttävät sitä vaikuttavasti tarkoituksiin.*</p> <p>Käyttäjät on motivoituneempi, kun hän näkee toisten suorittavan samat toimet.*</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>	<p><b>Esteettikka / minimalistinen design</b></p> <p>Esteettinen ja minimalistinen design</p> <p>Uudet, haasteelliset tai esteettisiä arvoa tuovat toiminnot ovat vetovoimaisia</p> <p>Vuusaikaisesti viehättävät järjestelmät ovat todennäköisesti vaikuttavampia.*</p> <p>Ihmiset tekevät oletuksia ensinnäkin perusteella.*</p> <p>+ Lisää toinen kortti</p>
--	--	--	--	--	--	---	---	---

## Kuvakaappaus 3: Ohjenuorien työstämisen kolmas vaihe.



Lopputuloksena korttien lajittelusta oli kahdeksan ohjenuoraa, jotka koostettiin yhteen-  
vetona kolmannesta vaiheesta. Ohjenuorat esitellään seuraavassa luvussa 7.2.

## **7.2. Unesta viestiminen CrossFit-kontekstissa**

Seuraavat ohjenuorat muodostettiin kirjallisuuskatsaukseen ja sosiaalisen median keskusteluun perustuen ketterän kehityksen menetelmiä mukaillen iteratiivisesti. Ohjenuorien muodostusprosessiin vaikuttivat myös lukuisat aiheesta käydyt keskustelut CrossFit33100-salin henkilökunnan ja jäsenten kanssa.

Ohjenuorat unta mittaavan sovelluksen palautteenantoon CrossFit-kontekstissa:

1. Huomioi käyttäjien yksilöllisyys (yksilölliset rajoitteet): Käytä itsearviointi ja kyselylomakkeita palautteen tuottamisen tukena. Ota palautteessa mahdollisuuksien mukaan huomioon uneen vaikuttavat tekijät kuten stressi, fyysinen / psyykkinen kuormitus, ikä, tupakointi, alkoholi, kahvi, ylipaino, verenpaine, veren rasvaprofiili, sokeriarvot, tulehdustekijät, depressio, ahdistuneisuus, ylipaino ja perimä. Huomioi, että unen tarve on yksilöllistä.
2. Anna käyttäjälle valta päättää (omaehtoisuus, navigointi, syöte, positiivinen palaute): Älä aseta valmiita tavoitteita tai edes sitä, mitä mittareita unesta käytetään. Pyri tuottamaan käyttäjälle unen seurantaan välineet jättämällä niiden soveltaminen ja analyysi käyttäjän vastuulle. CrossFit-kontekstissa suuri osa käyttäjistä tietää mitä mittareista, kuten esimerkiksi HRV, voidaan tulkita. Lisäksi luomalla ympäristön, joka perustuu vapaaehtoisuuteen, tuet käyttäjän psykologista omaehtoisuuden perustarvetta. Anna käyttäjälle mahdollisuus päättää itse, mitä palautetta hän unesta haluaa saada. Anna käyttäjän itse asettaa omat tavoitteensa ja tehdä omat tulkintansa nukutusta yöstä. Vältä tarjoamasta suoraan valmiita kaavia sille, millainen hyvä yöni on. Tätä ohjetta noudattamalla vältetään CrossFit-lajille tyypillistä ulkoisen motivaation kasvamista ja siitä aiheutuvaa stressitason nousua.
3. Ole avoin ja rehellinen (luotettavuus, kontekstitietoisuus): Tuo rehellisesti esiin mittauksen tarkkuus ja esimerkiksi käyttökontekstin aiheuttamat mahdolliset virheet. Tarjoa käytetyistä mittareista tieteellistä faktaa uskottavuuden ja luotettavuuden tueksi.

4. Käytä vaikuttamisen keinoja varoen: Vaikuttavan suunnittelun keinoin voidaan tutkitusti vaikuttaa käyttäjän toimintaan, mutta unta mittaavan sovelluksen suunnittelussa on kuitenkin huomioitava, että vaikuttamaan pyrkimisellä voi olla myös negatiivisia seurauksia, kuten esimerkiksi Facebook-keskustelussa esiin noussut koettu stressitason kasvaminen.
5. Korosta syy-yhteyttä (merkityksellisyys): Korosta unesta kerätyn tiedon ja toiminnan suhdetta ja tarjoa käyttäjälle mahdollisuus havaita toiminnan vaikutukset omaehtoisesti. Kuvaa esimerkiksi nukahtamiskellonajan vaikutus unen pituuteen. Tarjoa käyttäjälle keinot omien tietojensa suodatuksen ja vertailuun esimerkiksi päivä, viikko ja kuukausitasolla. Vältä esittämästä toimintaa hyvänä tai huonona.
6. Pelillistä tarkkaan harkiten: Vaikka pelillistäminen on keino, jolla voidaan todistetusti vaikuttaa käyttäjän toimintaan ja saada aikaan mielekkäämpi käyttäjäkokemus, on se unen ja CrossFit-urheilun konseptissa vaarallinen elementti. Pelillistäminen voi aiheuttaa sen, että käyttäjä alkaa suorittaa myös nukkumista, jolloin vaikutukset voivat olla negatiivisia.
7. Vältä muihin vertailua (sosiaalinen vuorovaikutus): Unen laadusta ei ole olemassa standardeja, joten pyri välttämään vertausta niin yleisiin suosituksiin ja keskiarvoihin, kuin muihin käyttäjiinkin. Anna palautetta mieluummin käyttäjän henkilökohtaisesta kehityksestä jo kerättyyn tietoon ja käyttäjän itse asettamaan tavoitteeseen verraten.
8. Minimalistinen design (estetiikka): Pyri yksinkertaisuuteen tiedon esittämisessä.

### 7.3. Yhteenveto

Kaikkien sovellukset, etenkin terveyskäyttäytymiseen vaikuttamaan pyrkivät, tulisi suunnitella tapauskohtaisesti. Suunnitteluprosessissa tulisi huomioida teknologian, käyttäjien ja ympäristön asettamat vaatimukset ja erikoistarpeet. Heuristiikkoja, eli ohjenuoria voidaan käyttää niin suunnittelun tukena, kuin suunnittelu toteutumisen arvioinnissa. Erityisesti käyttäjäkokemuksen ja käytettävyyden arvioinnissa voi hyödyntää heuristiikkoja [Quiñones & Rusu, 2019].

Unen analysointiin on tarjolla yhä enemmän kaupallisia sovelluksia, jotka pyrkivät mittaamaan biosignaaleja ja antamaan käyttäjälleen palautetta unen laadusta. Mit-

tausteknologia on kuitenkin eri, kuin unipolygrafiatutkimuksessa, jonka perusteella univaiheet on alun perin määritelty. Kaupalliset sovellukset ainoastaan jäljittelevät lääketieteellistä aivosähkötoimintaan perustuvaa univaiheanalyysiä. Tästä syystä analyysin tuloksiin on suhtauduttava korkeintaan suuntaa-antavina. Suunnittelijan on pidettävä mielessä, että palautteella voi olla suurikin vaikutus käyttäjän terveyskäyttäytymiseen. Stressaantuminen etenkin CrossFit-harrastajien keskuudessa vaikuttaa todelliselta riskiltä.

Fyysistä aktiivisuutta seuraavien puettavien laitteiden monimutkaista ja kontekstiherkkää käyttäjäkokemusta tukevia suunnitteluperiaatteita on tuotettu [Asimakopoulous et al., 2017]. Myös vaikuttamaan pyrkiviin sovelluksiin on kehitetty periaatteita [Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009]. Periaatteiden suora soveltamista unipalautteeseen tulisi kuitenkin välttää. Väärillä ratkaisuilla sovelluksen käytöstä voi tulla käyttäjälle kuluttavaa.

Erityisesti sosiaalisen vuorovaikutuksen vahvistamiseen suunniteltuja vaikuttamisen periaatteita tulisi unen liittyvää palautetta suunniteltaessa soveltaa varoen, sillä vertailu- tai kilpailuasetelmalla voi olla negatiivisia vaikutuksia. Unen tarve ja unen aikaiset fysiologiset muutokset ovat yksilöllisiä, eikä tulosten vertailun mahdollistaminen näin ole hyödyllistä tulosten ollessa vertailukelvottomia.

## 8. Yhteenveto

Tämä luku sisältää päätelmät ja pohdinnan tutkielman sisällöstä. Lisäksi tässä luvussa reflektoidaan koko tutkielman kirjoitusprosessia, pohditaan mahdollisia jatkotutkimuskysymyksiä sekä sitä, miten hyvin työlle asetetut tavoitteet saavutettiin.

CrossFit on urheilulaji, joka perustuu ajatukseen mahdollisimman toimintakykyisestä kehosta. Kilpailuhenkisyys on lajissa vallitsevana; päivän tuloksia vertaillaan harrastajien kesken ja uusimpiakin harrastajia kannustetaan kilpailemaan esimerkiksi erilaisia matalan kynnyksen kilpailuja järjestämällä. CrossFit-harjoitukset ovat usein korkeaintensiteettisiä, jonka johdosta palautumisen merkitys kasvaa. Tietoisuus unen merkityksestä päivän rasitteista palautumisessa on kasvanut myös CrossFit-harrastajien keskuudessa. Yhä useampi harrastaja tarkkailee unenlaatuaan erilaisten unianalyysisovellusten avulla.

Sovellusten käytön yleistyessä sovelluksen tuottaman palautteen vaikutukset korostuvat. CrossFit-harrastajan kohdalla on kohonnut riski siihen, että unesta tulee suorittamista. Tällöin vaikutukset voivat olla negatiivisia. Lajin harrastajista löytyy jo henkilöitä, jotka ovat lopettaneet unenaikaiset mittaukset kokiessaan sovelluksen antaman palautteen stressaavan heitä. Esimerkiksi pelillistämisen keinot ovat tästä syystä riskialttiita ja niiden käyttöä tulee harkita tarkasti.

Myös sosiaalinen vuorovaikutus tulisi unianalyysisovelluksissa suunnitella varoen, jottei syntyisi epätarkoituksenmukaisia vertailu- tai kilpailutilanteita. Unenaikaiset fysiologiset muutokset ja unen tarve ovat yksilöllisiä, jolloin tulokset ovat käyttäjien välillä vertailukelvottomia. Sovellukset eivät myöskään osaa tulkita monia uneen vaikuttavia tekijöitä, kuten esimerkiksi sairauksia, lääkitystä tai epäsäännöllistä elämänrytmiä, jolloin palaute unesta saattaa olla vääristynyttä. Sovelluskehittäjien tulisi pyrkiä huomioimaan käyttäjän yksilöllisyys kaikissa ratkaisuissa.

Tässä työssä esitellyt ohjenuorat korostavat, että päättävalta pitää antaa käyttäjille. Heille tulee tarjota välineet tulkita tuloksia itselleen merkityksellisellä tavalla ja omakohtaisesti. Motivaatioteoriat tukevat tätä lähestymistapaa. Erityisesti aktiiviurheilijoille tämä lähestymistapa lienee toimiva, sillä ymmärrys eri biosignaaleista ja niiden merkityksestä palautumiselle on tavallista korkeammalla tasolla.

Toisaalta käyttäjien tulee ymmärtää kuluttajateknologian rajoitukset ja niillä tapahtuvan unen mittaamisen rajoitteet. Sovelluskehittäjien pitää mahdollistaa ymmärryksen saavuttaminen tarjoamalla käyttäjille totuudenmukaista ja luotettavaa tutkimustietoa ratkaisumalliensa tueksi. Validointi- ja käyttäjätutkimuksilla on arvoa lisäävä potentiaali niin palvelun tuottajille, kuin kuluttajillekin.

Unen tärkeyttä ymmärretään koko ajan paremmin ja kiinnostus unta kohtaan lisääntyy, vaikka tutkimuksissa ei olekaan pystytty selvittämään unen tarkoitusta täs-

mällisesti. Erityisesti aktiivisesti urheilua harrastavilla unen merkitys korostuu, sillä uni on kiistattomasti tärkeä osa palautumista [Laukka, 2016; Vitale et al., 2019].

Puettavan teknologian kehitys ja yleistyminen tekee myös uneen liittyvien asioiden tutkimisen ajankohtaiseksi. Olisi arvokasta saada ohjenuoria ja standardeja unen mittaamiseen ja siitä viestimiseen, jotta unianalyysisovellusten negatiivisia vaikutuksia olisi mahdollista hallita.

Uni on tärkeää meille kaikille ja unta ja sen häiriöitä havaitsevilla ja analysoivilla sovelluksilla on potentiaali parantaa elämänlaatua ja terveyttä laajalti. Hyvin suunniteltu teknologia, joka tekee luotettavia havaintoja ja viestii niistä käyttäjille oikein tavoin on tavoittelemisen arvoista. Se voi parantaa paitsi fyysistä ja henkistä terveyttä, myös lisätä työssä suoriutumista. Uni on elinvoimaisuuden ennustaja.

Kehittäjien tulee ymmärtää, että eri ihmisille tulee tarjota heidän tarpeisiinsa soveltuvia ratkaisuja. Parhaaseen tulokseen todennäköisesti päästään, kun sovelluksen kehityksessä yhdistetään niin terveysalan ammattilaiset, kuin loppukäyttäjätkin.

Tämän tutkielman tarkoituksena oli perehtyä unta analysoiviin kaupallisiin sovelluksiin, niistä tehtyihin tutkimuksiin, laitteen ja käyttäjän väliseen vuorovaikutukseen CrossFit-kontekstissa, sekä näiden pohjalta tuottaa ohjenuorat unta analysoivien sovellusten suunnitteluun, kun kohderyhmänä on CrossFit-urheilija.

Maailmassa vellova koronavirustilanne oli merkittävin vaikuttaja tämän tutkielman tutkimusmenetelmän valinnassa. Liikkumista on rajoitettu, moni on joutunut etätöihin tai lomautetuksi, sekä lukuisat CrossFit-salit ovat sulkeneet ovensa tilapäisesti noudattaessaan hallituksen ohjeita. Monen CrossFit-harrastajan arki on siten mullistunut ollen nyt täysin erilaista kuin vuoden alussa. Tilanteen johdosta pääasialliseksi tutkimusmenetelmäksi valittiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka tueksi kerättiin tietoa sosiaalisen median keskustelun kautta.

Katsauksessa käytettiin yhteensä 79 lähdettä. Suurin osa lähteistä oli tutkimusartikkeleja. Lähteitä etsittiin pääasiassa Tampereen yliopiston kirjaston hakupalvelusta. Hakua ei rajattu tarkemmin tiettyyn julkaisutyyppiin, jolloin hakuun saatiin myös kansainvälisiä artikkeleita, konferenssijulkaisuja, opinnäytteitä ynnä muuta aineistoa. Kirjallisuuskatsauksen, sekä siihen yhdistetyn sosiaalisen median avulla kerätyn tiedon johdosta tutkielma antaa perusteellisen ja ajankohtaisen ymmärryksen unianalyysisovelluksista. Jatkotutkimuksena esimerkiksi päiväkirjapohjainen datankeruu voisi olla seuraava askel sovellusten vaikuttavuuden ymmärtämisen syventämiseksi.

## Lähteet

- Akonniemi, A., Kormilainen, V. ja Tuppurainen, M. 2018. *Kaikki crossfit-harjoittelusta*. Fitra.
- Asimakopoulos, S., Asimakopoulos, G., & Spillers, F. 2017. Motivation and User Engagement in Fitness Tracking: Heuristics for Mobile Healthcare Wearables. *Informatics (Basel)*, 4(1), 16 pages.
- Bergeron MF., Nindl BC., Deuster PA., Baumgartner N., Kane SF., Kraemer WJ., Sexauer, LR., Thompson, WR., O'Connor, FG. 2011. Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Current Sports Medicine Reports*, 10 (6), 383–389.
- Berry, R. and Wagner, M. 2015. Electroencephalography and Electrooculography Patterns of Interest for Staging Sleep. In: *Sleep Medicine Pearls (Third Edition)*, pages 10-14.
- Buchheit, M. 2014. Monitoring Training Status with HR Measures: Do All Roads Lead to Rome? *Frontiers in physiology* 5 (73), 19 pages.
- Burgdorf, A., Gütthe, I., Jovanović, M., Kutafina, E., Kohlschein, C., Bitsch, J., & Jonas, S. 2018. The mobile sleep lab app: An open-source framework for mobile sleep assessment based on consumer-grade wearable devices. *Computers in Biology and Medicine*, 103, 8–16.
- Cadegiani, F., Kater, C., & Gazola, M. 2019. Clinical and biochemical characteristics of high-intensity functional training (HIFT) and overtraining syndrome: findings from the EROS study (The EROS-HIFT). *Journal of Sports Sciences*, 37 (11), 1296–1307.
- Choi, Y., Demiris, G., Lin, S., Iribarren, S., Landis, C., Thompson, H., McCurry, S., Heitkemper, M., & Ward, T. 2018. Smartphone Applications to Support Sleep Self-Management: Review and Evaluation. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14 (10), 1783–1790.
- Chokroverty S., and Bhat, S. 2017. An overview of sleep medicine. In: Sudhansu Chokroverty and Luigi Ferini-Strambi (eds.), *Oxford Textbook of Sleep Disorders*. Oxford University Press, 7-14.
- Claudino, J., J Gabbett, T., de Sá Souza, H., Simim, M., Fowler, P., de Alcantara Borba, D., Melo, M., Bottino, A., Loturco, I., D'Almeida, V., Carlos Amadio, A., Cerca Serrão, J., & P Nassis, G. 2019. Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5 (1), 14 pages.
- Guillodo, E., Lemey, C., Simonnet, M., Walter, M., Baca-García, E., Masetti, V., Moga, S., Larsen, M., Ropars, J., & Berrouiguet, S. 2020. Clinical Applications of Mo-

- bile Health Wearable-Based Sleep Monitoring: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(4).
- de Zambotti, M., Rosas, L., Colrain, I., & Baker, F. 2019. The Sleep of the Ring: Comparison of the Oura Sleep Tracker Against Polysomnography. *Behavioral Sleep Medicine*, 17(2), 124–136.
- Duodecim Terveyskirjasto. 2020. *Lääketieteen sanasto*. Viitattu 22.6.2020. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt03397](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt03397)
- Drake, N., Smeed, J., Carper, M., Crawford, D. 2017. Effects of Short-term CrossFit Training: A Magnitude-Based Approach. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20 (2),111–33.
- Glassman, G. and Staff. 2010. CrossFit Level 1 Training Guide. *The CrossFit Journal*. 1–136.
- Ernst, G. 2017. Heart-Rate Variability-More than Heart Beats? *Frontiers in public health*, 5, 12 pages.
- Fino, E., Plazzi, G., Filardi, M., Marzocchi, M., Pizza, F., Vandi, S., & Mazzetti, M. 2019. (Not so) Smart sleep tracking through the phone: Findings from a polysomnography study testing the reliability of four sleep applications. *Journal of Sleep Research*, 29(1), 9 pages.
- Fogg, B.J. 2003. *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Fullagar, H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, AJ and Meyer, T. (2015). Sleep and Athletic Performance: The Effects of Sleep Loss on Exercise Performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise. *Sports Medicine* 45 (2), 161–186.
- Furness, J.B. 2009. Autonomic Nervous System. In: Squire L.R. (ed), *Encyclopedia of Neuroscience*. Oxford: Academic Press, 833-835.
- Härmä, M. Ja Sallinen, M. 2004. *Hyvä uni - hyvä työ*. Työterveyslaitos. Vammalan Kirjapaino Oy.
- ISO 9241-11. 2018. *Ergonomics of human-system interaction. Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Tech. rep., International Organization for Standardization.
- ISO 9241-210. 2019. *Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centred design for interactive systems*. Tech. rep., International Organization for Standardization.
- Jung, C., Melanson, E., Frydendall, E., Perreault, L., Eckel, R. and Wright, K. 2011. Energy Expenditure During Sleep, Sleep Deprivation and Sleep Following Sleep Deprivation in Adult Humans. *The Journal of Physiology* 589 (1), 235–244.
- Karni, A., Tanne, D., Rubenstein, B., Askenasy, J.J.M and Sagi, D. 1994. “Dependence on REM-Sleep of Overnight Improvement of a Perceptual Skill. *Science*, 265 (5172), 679–682.

- Khosla, S., Deak, M., Gault, D., Goldstein, C., Hwang, D., Kwon, Y., O'Hearn, D., Schutte-Rodin, S., Yurcheshen, M., Rosen, I., Kirsch, D., Chervin, R., Carden, K., Ramar, K., Aurora, R., Kristo, D., Malhotra, R., Martin, J., Olson, E., Rosen, C. & Rowley, J. 2018. Consumer Sleep Technology: An American Academy of Sleep Medicine Position Statement. *Journal of clinical sleep medicine* 14 (5), 877–880.
- Kingma, JG., Simard, D. and Rouleau, JR. 2016. Implication of Autonomic Nervous System Dysfunction On Pathogenesis of Myocardial Injury and Protection. In: Patrick Owens (ed.), *Autonomic Nervous System (ANS) : Clinical Features, Functions and Disorders*. Nova Biomedical.
- Koskela, J., Tahvanainen, A., Haring, A., Tikkakoski, A., Ilveskoski, E., Viitala, J., Leskinen, M., Lehtimäki, T., Kähönen, M., Kööbi, T., Niemelä, O., Mustonen J. and Pörsti, I. 2013. Association of Resting Heart Rate with Cardiovascular Function: a Cross-Sectional Study in 522 Finnish Subjects. *BMC Cardiovascular Disorders*, 13 (102), 1-11.
- Kuusela, T. 2012. Methodological Aspects of Heart Rate Variability Analysis. In: Markad V. Kamath, Mari A. Watanabe and Adrian R.M Upton (eds.) *Heart Rate Variability (HRV) Signal Analysis : Clinical Applications*. Taylor & Francis Group, 185-196.
- Lee-Tobin, P., Ogeil, R., Savic, M., & Lubman, D. 2017. Rate My Sleep: Examining the Information, Function, and Basis in Empirical Evidence Within Sleep Applications for Mobile Devices. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13(11), 1349–1354.
- Laukka, P. (2016). *Liiku ja urheile terveenä*. Saarijärven Offset Oy.
- Lichtenstein, M., & Jensen, T. 2016. Exercise addiction in CrossFit: Prevalence and psychometric properties of the Exercise Addiction Inventory. *Addictive Behaviors Reports*, 3 (C), 33–37.
- Martela, F. & Jarenko, K. 2014. *Sisäinen motivaatio. Tulevaisuuden työssä tuottavuus ja innostus kohtaavat*. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 3/2014. Helsinki: Eduskunta.
- Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. 2006. Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome: ECSS Position Statement “Task Force.” *European Journal of Sport Science*, 6 (1), 1–14.
- Meyer J., Morrison J., Zuniga J. 2017. The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. *Workplace Health Safety*, 65 (12), 612–8.
- Minkel J., Morenta, M., Muto, J., Htaik, O., Jones, C., Besner, M. and Dinges, D. 2014. Sleep deprivation potentiates HPA axis stress reactivity in healthy adults. *Health Psychology* 33 (11), 1430–1434.
- Monroe, C., Thompson, D., Bassett, D., Fitzhugh, E., & Raynor, H. 2015. Usability of Mobile Phones in Physical Activity-Related Research: A Systematic Review. *American Journal of Health Education: Using Information and Commu-*



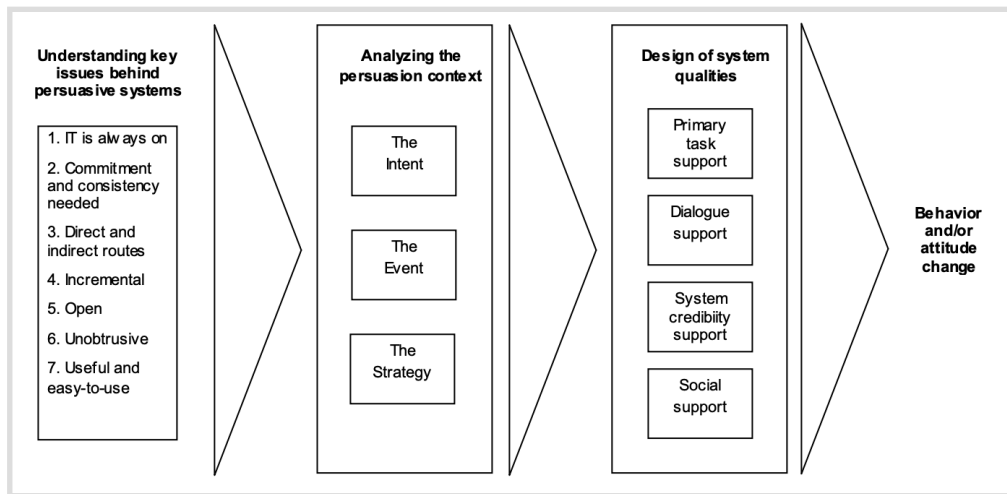
- nication Technologies to Prevent and Manage Behavioral Risk Factors Associated with Chronic Disease*, 46 (4), 196–206.
- Müller, A., Wang, N., Yao, J., Tan, C., Low, I., Lim, N., Tan, J., Tan, A., & Müller-Riemenschneider, F. 2019. Heart Rate Measures From Wrist-Worn Activity Trackers in a Laboratory and Free-Living Setting: Validation Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(10)
- Nienstedt, W., Hänninen O., Arstila A. ja Björkqvist, S-E. 2004. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. WSOY.
- Ohayon, M., Wickwire, E., Hirshkowitz, M., Albert, S., Avidan, A., Daly, F., Dauvilliers, Y., Ferri, R., Fung, C., Gozal, D., Hazen, N., Krystal, A., Lichstein, K., Mallampalli, M., Plazzi, G., Rawding, R., Scheer, F., Somers, V., & Vitiello, M. 2017. National Sleep Foundation’s sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health: Journal of the National Sleep Foundation*, 3(1), 6–19.
- Oinas-Kukkonen, H., & Harjumaa, M. 2009. Persuasive Systems Design: Key Issues, Process Model, and System Features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24, 485-500.
- Osei-Frimpong, K. 2017. Patient participatory behaviours in healthcare service delivery: Self-determination theory (SDT) perspective. *Journal of Service Theory and Practice*, 27(2), 453–474.
- Parmeggiani, P. 2003. Thermoregulation and Sleep. *Frontiers in bioscience* 8 (6) 557–567.
- Partonen, T. 2017. Lisää unta. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 25.6.2020. [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=lis00204](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=lis00204)
- Partinen, M. 2015. *Unirekisteröinnit unettomuuden diagnostiikassa*. Duodecim, Käypä hoito. Viitattu 30.6.2020. <https://www.kaypahoito.fi/nix01061>
- Partinen, M. ja Huutoniemi, A. 2018. *Uniterveyskirja*. Decendo Oy, Jyväskylä.
- Paton, J., Boscan, P., Pickering, A. and Nalivaiko, E. 2005. The yin and yang of cardiac autonomic control: vago-sympathetic interactions revisited. *Brain Research Reviews*, 49(3), pp. 555-565.
- Peever, J. and Fuller, PM. 2016. The Biology of REM Sleep. *Current biology : CB* 26 (1), 34-35.
- Pejman, M. and Faradji F. 2018. A Novel Multi-Class EEG-Based Sleep Stage Classification System. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 26 (1), 84–95.
- Quiñones, D., & Rusu, C. 2019. Applying a methodology to develop user eXperience heuristics. *Computer Standards & Interfaces*, 66, 17 pages.
- Punchoojit, L., & Hongwarittorn, N. 2017. Usability Studies on Mobile User Interface Design Patterns: A Systematic Literature Review. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2017, 1–22.

- Rechtschaffen, A. & Kales, A. 1968. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. 2000. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68-78.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. 2017. *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. New York: Guilford Publishing.
- Sara, S. J. Sleep to Remember. *The Journal of neuroscience*, 37 (3), 457–463.
- Sejnowski, T. and Destexhe, A. 2000. Why Do We Sleep?. *Brain Research*, 886 (1), 208-223.
- Sekiguchi, Y., Adams, WM., Benjamin, CL., Curtis, RM., Giersch, G. and Casa, DJ. 2019. Relationships Between Resting Heart Rate, Heart Rate Variability and Sleep Characteristics Among Female Collegiate Cross-country Athletes. *Journal of Sleep Research*, 28 (6), 7 pages.
- Seppänen, A. 2012. *Sykevälien mittaust on helppoa, tulkinta vaikeaa*. Lääkärilehti. Viitattu 30.6.2020. <https://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/sykevalien-mittaus-8232-on-helppoa-tulkinta-vaikeaa/>.
- Simpson, N., Gibbs, E., and Matheson, G. 2017. Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27 (3), 266–274.
- Spierer DK, Rosen Z, Litman LL, Fujii K. 2015. Validation of photoplethysmography as a method to detect heart rate during rest and exercise. *J Med Eng Technology* 39(5), 264–71.
- Stenberg, T. 2019. Elimistön fysiologiaa unen aikana. *Duodecim*, 135 (9), 831-837.
- STT INFO 2017. Viitattu 15.6.2020. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/aamuvirkun-aivot-unisukkuloivat-vahemman-kuin-iltavirkun?publisherId=3747&releaseId=64487909>
- Terzano MG, Parrino L. 2000. Origin and Significance of the Cyclic Alternating Pattern (CAP). *Sleep Medicine Reviews*, 4, 101-123
- Tibana, R., de Almeida, L., Frade de Sousa, N., Nascimento, D., Neto, I., de Almeida, J., de Souza, V., Lopes, M., Nobrega, O., Vieira, D., Navalta, J., and Prestes, J. 2016. Two Consecutive Days of Crossfit. Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. *Frontiers in Physiology*, 7, 260-.
- Tikka, P., & Oinas-Kukkonen, H. 2019. Tailoring persuasive technology: A systematic review of literature of self-schema theory and transformative learning theory in persuasive technology context. *Cyberpsychology*, 13(3), 23 pages.
- Timón, R., Olcina, G., Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., Martinez-Guardado, I., & Marcos-Serrano, M. 2019. 48-hour recovery of biochemical

- parameters and physical performance after two modalities of CrossFit workouts. *Biology of Sport*, 36 (3), 283–289.
- Tobaldini, E., Costantino, G., Solbiati, M., Cogliati, C., Kara, T., Nobili, L., & Montano, N. 2017. Sleep, Sleep Deprivation, Autonomic Nervous System and Cardiovascular Diseases. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 74: 321–329.
- Tobaldini, E., Narkiewicz, K., Somers, V.K. and Montano, N. 2012. Heart Rate Variability and Sleep. In: Kamath, M.A., Watanabe, M.A. and Upton, A. (eds.) *Heart Rate Variability (HRV) Signal Analysis : Clinical Applications*. Taylor & Francis Group, 185-196.
- Tobaldini, E., Nobili, L., Strada, S., Casali, K.L, Braghirol, A. and Montano, N. 2013. Heart rate variability in normal and pathological sleep. *Frontiers in Physiology*, 4, 12 pages.
- Trinder, J., Kleiman, J., Carrington, M., Smith, S., Breen S., Tan, N., Kim, Y. 2001. Autonomic activity during human sleep as a function of time and sleep stage. *Journal of Sleep Research*, 10 (4), 253-264
- Vanhala, M. 2013. *Unenaikaisen ihohiilidioksidiosapaineen vaikutus unen laatuun*. Syventävien opintojen kirjallinen työ, lääketieteen yksikkö, Tampereen yliopisto.
- Vehkaoja, A. 2015. *Unobtrusive Monitoring of Heart Rate and Respiration Rate During Sleep*. Ph. D. Dissertation, Tampere University of Technology.
- Vitale, K., Owens, R., Hopkins, S., & Malhotra, A. 2019. Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. *International Journal of Sports Medicine*, 40 (8), 535–543.
- Waldeck, MR. and Lambert, MI. 2003. Heart rate during sleep: implications for monitoring training status. *Journal of sports science & medicine*, 2 (4), 133-138.
- Williams, L. 2017. *Sleep Deprivation : Global Prevalence, Dangers and Impacts on Cognitive Performance*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers.
- Williams, S., Booton, T., Watson, M., Rowland, D., & Altini, M. 2017. Heart Rate Variability is a Moderating Factor in the Workload-Injury Relationship of Competitive CrossFit™ Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16 (4), 443–449.
- Zhang, D., Weijing, W. and Fang, L. 2016. Association Between Resting Heart Rate and Coronary Artery Disease, Stroke, Sudden Death and Noncardiovascular Diseases: a Meta-Analysis. *Canadian Medical Association journal (CMAJ)*, 188 (15), 384-392.
- Zulfqar U, Jurivich DA, Gao W and Singer DH. 2010. Relation of High Heart Rate Variability to Healthy Longevity. *American Journal of Cardiology*, 105 (8), 1181-1185.
- Åkerstedt, T., Nilsson, P.M. and Kecklund, G. 2009. Sleep and Recovery. In: Sonnentag, S., Perrewé, P.L. and Ganster, D.C. (eds.), *Research in Occupational Stress and Well Being: Current Perspectives on Job-Stress Recovery*. Emerald Publishing Limited, 205–247.

## Liitteet

Liite 1: Phases in Persuasive Systems Development. [Oinas-Kukkomaa & Harjumaa, 2009]



Liite 2: Principles in Persuasive System Design [PSD]. [Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009]

Table 2. Primary Task Support		
Principle	Example requirement	Example implementation
<b>Reduction</b> A system that reduces complex behavior into simple tasks helps users perform the target behavior, and it may increase the benefit/cost ratio of a behavior.	System should reduce effort that users expend with regard to performing their target behavior.	Mobile application for healthier eating habits lists proper food choices at fast food restaurants [Lee et al. 2006].  Smoking cessation Web site provides an interactive test that measures how much money a user will save with quitting.
<b>Tunneling</b> Using the system to guide users through a process or experience provides opportunities to persuade along the way.	System should guide users in the attitude change process by providing means for action that brings them closer to the target behavior.	Smoking cessation Web site offers information about treatment opportunities after a user has taken an interactive test about how addicted (s)he is on tobacco.
<b>Tailoring</b> Information provided by the system will be more persuasive if it is tailored to the potential needs, interests, personality, usage context, or other factors relevant to a user group.	System should provide tailored information for its user groups.	Personal trainer Web site provides different information content for different user groups, e.g. beginners and professionals.  Web site for recovering alcoholics presents stories that are close to the user's own story.
<b>Personalization</b> A system that offers personalized content or services has a greater capability for persuasion.	System should offer personalized content and services for its users.	Arguments most likely to be relevant for the user presented first on a professional Web site rather than in random order.
<b>Self-monitoring</b> A system that keeps track of one's own performance or status supports the user in achieving goals.	System should provide means for users to track their performance or status.	Heart rate monitor presents a user's heart rate and the duration of the exercise.  Mobile phone application presents daily step count [Consolvo et al. 2006].
<b>Simulation</b> Systems that provide simulations can persuade by enabling users to observe immediately the link between cause and effect.	System should provide means for observing the link between the cause and effect with regard to users' behavior.	Before-and-after pictures of people who have lost weight are presented on a Web site.
<b>Rehearsal</b> A system providing means with which to rehearse a behavior can enable people to change their attitudes or behavior in the real world.	System should provide means for rehearsing a target behavior.	A flying simulator to help flight pilots practice for severe weather conditions.

Table 3. Dialogue Support		
Principle	Example requirement	Example implementation
<b>Praise</b> By offering praise, a system can make users more open to persuasion.	System should use praise via words, images, symbols, or sounds as a way to provide user feedback information based on his/her behaviors.	Mobile application that aims at motivating teenagers to exercise praises user by sending automated text-messages for reaching individual goals. [Toscos et al. 2006]
<b>Rewards</b> Systems that reward target behaviors may have great persuasive powers.	System should provide virtual rewards for users in order to give credit for performing the target behavior.	Heart rate monitor gives users a virtual trophy if they follow their fitness program.  Game rewards users by altering media items, such as sounds, background skin, or a user's avatar according to user's performance. [Sohn and Lee 2007]
<b>Reminders</b> If a system reminds users of their target behavior, the users will more likely achieve their goals.	System should remind users of their target behavior during the use of the system.	Caloric balance monitoring application sends text-messages to its users as daily reminders. [Lee et al. 2006]
<b>Suggestion</b> Systems offering fitting suggestions will have greater persuasive powers.	System should suggest that users carry out behaviors during the system use process.	Application for healthier eating habits suggests that children eat fruits instead of candy at snack time.
<b>Similarity</b> People are more readily persuaded through systems that remind them of themselves in some meaningful way.	System should imitate its users in some specific way.	Slang names are used in an application which aims at motivating teenagers to exercise. [Toscos et al. 2006]
<b>Liking</b> A system that is visually attractive for its users is likely to be more persuasive.	System should have a look and feel that appeals to its users.	Web site that aims at encouraging children to take care of their pets properly has pictures of cute animals.
<b>Social role</b> If a system adopts a social role, users will more likely use it for persuasive purposes.	System should adopt a social role.	E-health application has a virtual specialist to support communication between users and health specialists. [Silva et al. 2006]

Table 4. System Credibility Support		
Principle	Example requirement	Example implementation
<b>Trustworthiness</b> A system that is viewed as trustworthy will have increased powers of persuasion.	System should provide information that is truthful, fair and unbiased.	Company Web site provides information related to its products rather than simply providing biased advertising or marketing information.
<b>Expertise</b> A system that is viewed as incorporating expertise will have increased powers of persuasion.	System should provide information showing knowledge, experience, and competence.	Company Web site provides information about their core knowledge base.  Mobile application is updated regularly and there are no dangling links or out-of-date information.
<b>Surface credibility</b> People make initial assessments of the system credibility based on a firsthand inspection.	System should have competent look and feel.	There are only a limited number of, and a logical reason for, ads on a Web site or mobile application.
<b>Real-world feel</b> A system that highlights people or organization behind its content or services will have more credibility.	System should provide information of the organization and/or actual people behind its content and services.	Company Web site provides possibilities to contact specific people through sending feedback or asking questions.
<b>Authority</b> A system that leverages roles of authority will have enhanced powers of persuasion.	System should refer to people in the role of authority.	Web site quotes an authority, such as a statement by government health office.
<b>Third-party endorsements</b> Third-party endorsements, especially from well-known and respected sources, boost perceptions on system credibility.	System should provide endorsements from respected sources.	E-shop shows a logo of a certificate that assures that they use secure connections.  Web site refers to its reward for high usability.
<b>Verifiability</b> Credibility perceptions will be enhanced if a system makes it easy to verify the accuracy of site content via outside sources.	System should provide means to verify the accuracy of site content via outside sources.	Claims on a Web site are supported by offering links to other web sites.

Table 5: Social support		
Principle	Example requirement	Example implementation
<b>Social learning</b> A person will be more motivated to perform a target behavior if (s)he can use a system to observe others performing the behavior.	System should provide means to observe other users who are performing their target behaviors and to see the outcomes of their behavior.	A shared fitness journal in a mobile application for encouraging physical activity [Consolvo et al. 2006].
<b>Social comparison</b> System users will have a greater motivation to perform the target behavior if they can compare their performance with the performance of others.	System should provide means for comparing performance with the performance of other users.	Users can share and compare information related to their physical health and smoking behavior via instant messaging application [Sohn and Lee 2007].
<b>Normative influence</b> A system can leverage normative influence or peer pressure to increase the likelihood that a person will adopt a target behavior.	System should provide means for gathering together people who have the same goal and make them feel norms.	A smoking cessation application shows pictures of newborn babies with serious health problems due to the mother's smoking habit.
<b>Social facilitation</b> System users are more likely to perform target behavior if they discern via the system that others are performing the behavior along with them.	System should provide means for discerning other users who are performing the behavior.	Users of a computer-based learning environment can recognize how many co-students are doing their assigned homework at the same time as them.
<b>Cooperation</b> A system can motivate users to adopt a target attitude or behavior by leveraging human beings' natural drive to co-operate.	System should provide means for co-operation.	The behavioral patterns of overweight patients are studied through a mobile application, which collects data and sends it to a central server where it can be analyzed at the group level in more detail [Lee et al. 2006].
<b>Competition</b> A system can motivate users to adopt a target attitude or behavior by leveraging human beings' natural drive to compete.	System should provide means for competing with other users.	Online competition, such as Quit and Win (stop smoking for a month and win a prize).
<b>Recognition</b> By offering public recognition for an individual or group, a system can increase the likelihood that a person/group will adopt a target behavior.	System should provide public recognition for users who perform their target behavior.	Names of awarded people, such as "stopper of the month," are published on a Web site.  Personal stories of the people who have succeeded in their goal behavior are published on a smoking cessation Web site.